

## Ueber die Werkstätten-Anlagen in Linz und Neu-Sandez der k. k. österr. Staatsbahnen.

Vortrag, gehalten in der Fachgruppe der Maschinen-Ingenieure von Julius Spitzner, Oberingenieur der k. k. österr. Staatsbahnen.

(Hiezu die Tafeln XXX und XXXI.)

(Schluss zu Nr. 26.)

### Die Central-Werkstätte Linz.

(Tafel XXX und XXXI.)

Der Umfang der Werkstätte Linz vor Beginn der Erweiterung und des Umbaues derselben zu einer Centralwerkstätte ist aus Fig. 1, Taf. XXXI zu ersehen. Bis zum Jahre 1884 waren dort vorhanden: 14 gedeckte Locomotivstände, 20 gedeckte Personenwagenstände, 18 gedeckte Lastwagenstände, 40 Wagenstände im Freien auf Geleisen der Werkstätte. Im Jahre 1884 wurde eine neue Locomotivmontirung mit 7 Locomotivständen (L, Fig. 1) erbaut, wodurch die Anzahl der gedeckten Locomotiv-Reparaturstände von 14 auf 21 stieg.

Bei Ausarbeitung des Erweiterungs-Projectes im Jahre 1887 wurde in Aussicht genommen, die bisherige Leistungsfähigkeit der Werkstätte zu erhöhen und daselbst noch folgende Arbeiten zu concentriren: Neu- und Umbau von Wagen und Tendern, Herstellung neuer Kessel und Vornahme größerer Kesselreparaturen, größere Räderarbeiten, Rohrarbeiten, Lackirung und Sattlerarbeiten an Personenwagen, Verarbeiten von Alteisen, Herstellung von Werkzeugen und Schablonen, Herstellung und Bearbeitung größerer Schmiedestücke etc. Mit Rücksicht auf die Höhe der Geldbeträge, welche für die Erbauung der Central-Werkstätte Linz in Anspruch genommen werden konnten, ergab sich die Nothwendigkeit, alle bestehenden, gemauerten Gebäude zu belassen und bei Verfassung des Bau-Projectes auf entsprechende Verwendung derselben gebührend Rücksicht zu nehmen.

In der nach dem festgesetzten Bauprogramme erbauten Centralwerkstätte können nach Fertigstellung der Locomotivmontirung im gedeckten Raume aufgestellt werden: 39 Locomotiven, 114 Personenwagen, 85 Lastwagen. Ferners werden unter Flugdächern 96 Lastwagen und auf Geleisen der Werkstätte im Freien 100 Wagen Platz finden. Mit dem Baue der neuen Locomotivmontirung wird erst im heurigen Jahre begonnen.

Die Central-Werkstätte Linz besitzt derzeit nachstehende Objecte (siehe Fig. 2). 1. Das Administrationsgebäude, an welchem keine Veränderung vorgenommen wurde, Object I mit 367 m<sup>2</sup>; 2. die beiden alten Materialdepôts (Holzbauten), Object II, zusammen 840 m<sup>2</sup>; 3. das alte Maschinen- und Kesselhaus, welches einen Aufbau erhielt für die 15 m über Schwellenhöhe stehenden 280 m<sup>3</sup> fassenden Reservoirs, Object III 317 m<sup>2</sup>. In diesem Gebäude gelangte auch die Dampfmaschine für die Wasserversorgung der gesamten Werkstätte und eines Theiles der Heizhäuser zur Aufstellung. Anschließend an dieses Object 4. die ehemalige Schmiede, adaptirt zur Tyresschmiede, bzw. Räderwerkstätte, mit einem getrennten Raum für die Metallgießerei, Object IV 728 m<sup>2</sup>; 5. die rechtsseitige, einstöckige ehemalige Tischlerei, adaptirt im Parterregeschoß zur Räderdreherei, im 1. Stock Werkzeugfabrication, Object V 640 m<sup>2</sup>; 6. angebaut an dieses Object die ehemalige Wagenmontirung und Lackirerei, welche gleichfalls zur Räderdreherei adaptirt wurde, Object VI 1025 m<sup>2</sup>; 7. die linksseitige Dreherei, Object VII 640 m<sup>2</sup>; 8. angebaut an dieses Object die Tenderwerkstätte, Object VIII 1025 m<sup>2</sup>. Die beiden letztgenannten Objecte blieben in gleicher Verwendungsart. Nächst der Tenderwerkstätte befindet sich 9. die ehemalige Locomotivmon-

tirung, welche zur Kesselschmiede adaptirt wurde, Object IX 1210 m<sup>2</sup>; dieselbe musste einen entsprechenden Aufbau erhalten, um die hydraulische Nietanlage mit hydraulischen Krähnen dortselbst unterbringen zu können. Von den bestandenen Werkstatteengebäuden ist noch zu nennen 10. die im Jahre 1835 erbaute Locomotivmontirung mit 7 Ständen, Object X 742 m<sup>2</sup>. (Der ehemalige Wagenschuppen, welcher aus Fig. 1 zu ersehen, wurde demolirt, da dieser Platz für die neue Personenwagen-Montirung [Object XI] erforderlich war.)

An neuen Objecten kamen hinzu: a) die Personenwagen-Montirung sammt Lackirerei mit 114 Wagenständen, Object XI 9121 m<sup>2</sup>; b) ein Kohlenschuppen, Object XII 140 m<sup>2</sup>; c) die Blechbearbeitungs-Werkstätte, Object XIII 641 m<sup>2</sup> und d) die Kupferschmiede, Object XIV 475 m<sup>2</sup> (beide letztgenannten Objecte angebaut an die Kesselschmiede, bzw. ehemalige Locomotivmontirung, Object IX); e) die Schmiede, Object XV 1704 m<sup>2</sup>, mit angebautem f) Kessel- und Maschinenhaus, Object XVI 375 m<sup>2</sup>; g) ein Kohlenschuppen neben diesem Kesselhause, Object XVII 131 m<sup>2</sup>; h) das Gebäude für die elektrische Beleuchtungsanlage des Bahnhofes Linz, Object XVIII 462 m<sup>2</sup>; i) die Lastwagen-Montirung mit 85 Wagenständen und einem 1440 m<sup>2</sup> großen Raum für Holz und Eisenbearbeitungs-Maschinen, Object XIX 7979 m<sup>2</sup>; k) das Waaghaus mit einer zehnnflügeligen Locomotiv-Brückenwaage 125 m<sup>2</sup> (aus dem Plane nicht mehr zu ersehen); l) das Magazin für feuergefährliche Gegenstände, Object XXI 679 m<sup>2</sup>; m) das Portierhaus mit Arbeiter-Speisesaal, Ordinationszimmer und Arbeiter-Controle, Object XXII 810 m<sup>2</sup>; n) die mit Locomotiven befahrbare Wagonbrückenwaage, Object XXIII 30 m<sup>2</sup>; o) die Arbeiteraborte, Objecte XX und XXIV, zusammen 155 m<sup>2</sup>.

Die dormalen verbaute Fläche misst demnach 30.361 m<sup>2</sup>.

Die in das Bauprogramm aufgenommenen und noch zu erbauenden Objecte sind: α) das Spänehaus, in welches mittels eines Exhaustors die Holzabfälle der Holzbearbeitungsmaschinen geblasen werden, Object XXX 65 m<sup>2</sup> (dasselbe gelangt im heurigen Jahre zur Ausführung); β) die Locomotivmontirung mit 32 Ständen, deren Bau heuer begonnen wird, mit einem entsprechenden Raum für die Aufstellung der für die Locomotivmontirung erforderlichen Hilfsmaschinen, Object XXV 5020 m<sup>2</sup>. Hiezu: die im Jahre 1893 zu erbauenden Objecte, u. zw. γ) ein Material-Depôt für nicht feuergefährliche Gegenstände, Object XXVI, circa 900 m<sup>2</sup>; δ) ein Bureau-Gebäude für den Materialdienst, Object XXVII, 271 m<sup>2</sup>; also zusammen 6256 m<sup>2</sup>.

Einschließlich der letzt angeführten Objecte α), β), γ), δ), wird die verbaute Fläche 36.617 m<sup>2</sup> betragen.

Endlich werden im Jahre 1893 noch zur Erbauung gelangen: ε) ein Holzdepôt (Werkholzschuppen), Object XXVIII, circa 2000 m<sup>2</sup>; ζ) zwei Flugdächer für die Aufstellung von circa 100 Wagen, Objecte XXIX, mit circa 6000 m<sup>2</sup>, das sind zusammen 8000 m<sup>2</sup>.

Die gesammte verbaute Grundfläche einschließlich der ad ε) und ζ) angeführten Objecte, wird sich demnach beziffern mit 44.617 m<sup>2</sup>.

Aus dem Plane ist auch zu ersehen, daß die Situierung der einzelnen Gebäude und die ganze Anordnung so getroffen wurde, daß eine wesentliche Vergrößerung möglich ist, u. zw. um 36 gedeckte Locomotiv- und circa 240 gedeckte Wagenstände, wobei in diesen Räumen auch Platz für die Aufstellung der, anlässlich dieser Vergrößerung erforderlichen Arbeitsmaschinen sein wird. Die Flugdächer würden dann mehr nach außen verlegt werden. Der für die Vergrößerung der Schmiede und der Materialmagazine erforderliche Platz ist gleichfalls aus Fig. 2 zu ersehen.

Die Anordnung der normal- und schmalspurigen Geleise, der Drehscheiben und Schiebebühnen und die hiedurch geschaffene Communication zwischen den einzelnen Objecten sind in dem Plane dargestellt.

Der Bau der Central-Werkstätte Linz begann mit einer nicht unbedeutenden Erdbewegung, indem ein Hügel ganz abgetragen werden musste, so zwar, daß das Planiren der erforderlichen Fläche ziemlich viel Zeit und auch nicht unbedeutende Kosten erforderte. Die nähere Beschreibung dieser Arbeiten, sowie jener des nöthigen umfangreichen Oberbaues, der Wasserversorgung etc. muss mit Rücksicht auf den hier zu Gebote stehenden Raum unterbleiben.

Das erste Bauobject war die neue Personenwagen-Montirung mit Lackirerei, Object XI, mit zusammen 114 Ständen; das Object steht nunmehr bereits über drei Jahre in Verwendung. Es hat einen verbauten Flächenraum von 9121 m<sup>2</sup> und besitzt zehn mit Oberlichtfenstern versehene Giebedächer, jedes ein Feld von 54·8 m Tiefe, in einer Spannweite von 16·6 m überdeckend. Das ganze Dach ruht auf gusseisernen Säulen (welche gleichzeitig zur Wasserführung dienen) und den Umfassungsmauern. Die einzelnen Bundgespärre stehen in Entfernungen von je 5 m, so daß also die Säulen in der einen Richtung je 16·6 m, in der anderen je 5 m von einander entfernt sind. Mit der für die Oberlichten gewählten Construction wurde unter Berücksichtigung der Seitenbeleuchtung durch die Fenster, eine derartige gleichmäßige Beleuchtung erzielt, daß für den Bau der Lastwagen-Montirung dasselbe System der Oberlichten beibehalten wurde.

In der Personenwagen-Montirung sind eingebaut: 1 Depôt für Lackirerei mit 62·8 m<sup>2</sup>, 1 Bureau mit 124·8 m<sup>2</sup>, 1 Tischlerei mit 195·6 m<sup>2</sup>, 1 Sattlerei mit 277·8 m<sup>2</sup>. Die Geleise im Innern der Personenwagen-Montirung werden von 2 Schiebebühnen, welche für Handbetrieb eingerichtet sind, im Niveau durchschnitten. Die Schiebebühnen führen an jeder Seite der Personenwagen-Montirung durch Schubthore A (siehe Object XI) bis zu dem nächsten außen liegenden Geleise. Die Schubthore, für die längsten normalen Wagen bemessen, laufen auf Rollen und haben oben Führung. Durch diese Anordnung der Schubthore wird der Vortheil erzielt, daß beiderseits längs des Gebäudes ein Raum in der Tiefe der sonst erforderlichen Vorbauten gewonnen wird.

Die Beheizung dieses Objectes einschließlich der Lackirerei, der Bureaux, der Tischlerei und Sattlerei, findet mittels 110 Dampföfen gleicher Construction, wie jene, welche in der Werkstätte Neu-Sandez in Verwendung stehen, statt. Die der Berechnung des Ausmaßes der Heizflächen zu Grunde gelegten Daten weichen von den früher angegebenen nur insoweit ab, als hier eine Außentemperatur von — 20° C. angenommen wurde.

Im Innern der Personenwagen-Montirung, Lackirerei und der sonstigen eingebauten Locale befindet sich eine genügende Anzahl von Hydranten, welche mit den Hochreservoirs in Verbindung stehen.

Der Fußboden dieses Objectes ist zum Theile ein Holzfußboden, zum Theile ein Betonboden, zwischen den Schiebebühnen-Geleisen befindet sich ein Steinpflaster. Die Lackirerei besitzt Asphaltboden.

Die Beleuchtung der Personenwagen-Montirung, sowie der übrigen Werkstättenräume erfolgt derzeit noch mit Leuchtgas, welches in einer nächst den Werkstätten-Gebäuden befindlichen, den k. k. Staatsbahnen gehörigen Gasanstalt erzeugt wird. Ueber andere Beleuchtungsarten der Werkstätten-Räume wurden ein-

gehende Studien gepflogen; es sprachen jedoch die hiebei gewonnenen Resultate dafür, vorläufig die Gasbeleuchtung beizubehalten.

Hinsichtlich der bestandenen Objecte III bis X sei hier nur der in den einzelnen dieser Gebäude vorgenommenen Adaptirungen oder neuen Einrichtungen gedacht. Im Objecte III, d. i. altes Maschinen- und Kesselhaus, gelangten an Stelle der ohnedies zur Cassirung reifen Dampfkessel drei Stück neue Dampfkessel mit größerer Leistungsfähigkeit zur Aufstellung; es sind Röhrendampfkessel mit Treppenrostfeuerung, construirt für 6½ Atm. Betriebsdruck. Zwei derselben besitzen je 120 m<sup>2</sup>, hingegen der dritte 110 m<sup>2</sup> wasserbenetzte Heizfläche. Der Außenmantel der Kessel mißt 1·8 m Durchmesser bei 4·0 m Länge, ist mit 110 bzw. 100 Feuerrohren mit 76/70 mm Durchmesser durchzogen und oben seitlich mittels 2 schließbaren Stützen je mit einem Dampfsammler von 700 mm Durchmesser und 4·7 m Länge versehen. Jeder Dampfsammler trägt einen 600 mm weiten und 600 mm hohen Dampfdom. Neben ersteren befindet sich je ein Vorwärmer mit 700 mm Durchmesser und 4·75 m Länge.

Die Zustellung des Brennmaterials für den Betrieb der drei Dampfkessel, u. zw. vom Kohlenschuppen Object XII bis unmittelbar vor die Kessel erfolgt mittels Kohlentransportwagen auf schmalspurigen Geleisen.

Neben den Dampfkesseln u. zw. in der Mittelachse des Objectes III befindet sich bei Z die alte, verticale Zwillings-Betriebsmaschine und neben derselben bei U die Brunnen-Dampfpumpen mit einer Leistung von 70 m<sup>3</sup> Wasser per Stunde bei 30 Pumpenhüben per Minute. Die Pumpe, welche derart construirt ist, daß deren Antrieb auch mittels Transmission erfolgen kann, holt das Wasser aus dem 11·84 m tiefen Brunnen, und hebt es in die über den Kesseln, der Maschine und der Pumpe zur Aufstellung gelangten vier Stück Hochreservoirs. Behufs Situierung dieser, mit ihrer Auflagerfläche 15 m über Schwellenhöhe liegenden Reservoirs (vgl. Fig. 6) musste eine entsprechende Adaptirung des alten Objectes III vorgenommen werden. Die vier Reservoirs sind untereinander gleich, besitzen cylindrischen Mantel und gewölbten Boden. Die Höhe derselben misst je 2·5 m, ihr Durchmesser je 5·87 m. Der Fassungsraum eines jeden Reservoirs beträgt 70 m<sup>3</sup>. Die Reservoirs sind untereinander verbunden und mit den erforderlichen Absperrvorrichtungen und Armaturen versehen. Unter den Reservoirs ist noch ein sogenanntes Niederdruck-Wasser-Reservoir vorhanden, welches in gleichem Niveau und in Verbindung mit den Heizhausreservoirs steht.

Die früher genannte, alte verticale Werkstätten-Betriebsmaschine, deren Auswechslung gegen eine neue, im Betriebe ökonomischere, in nicht zu langer Zeit erfolgen dürfte, treibt die Transmission der Drehereien, Objecte V, VI und VII und der Tyresschmiede, Object IV. In der Benützungsweise der einstöckigen Dreherei Object VII, trat keine wesentliche Veränderung ein. Im ersten Stock des Objectes V gelangten, anlässlich Installirung dieses Raumes zur Werkzeugfabrication, die hiefür nöthigen Fräis-, Schleif- und sonstigen Hilfsmaschinen zur Aufstellung.

Die Locomotivräder-Drehbänke stehen im Object V, die Wagenräder-Drehbänke im Object VI.

Der Antrieb des Transmissionsstranges in der mit Oberlichtfenstern versehenen Wagenräder-Dreherei, Object VI, erfolgt über Leitrollen L, deren Durchmesser je 600 mm und deren Breite 300 mm misst. Dieselben sind in Fig. 6 und 7, Taf. XXX dargestellt. Gegen das etwaige Abfallen der Riemen von den nahezu horizontal liegenden Leitrollen sind unmittelbar unter denselben, an den unteren Lagersupporten angegossene Scheiben mit 665 mm Durchmesser vorgesehen. Leitrollen mit angegossenen, vorstehenden Riemenkränzen wurden umgangen, da in diesem Falle ein Aufsteigen der Riemen auf die mitrotirenden Ränder zu befürchten gewesen wäre.

Ich will hier nicht unerwähnt lassen, daß die Beheizung der Objecte V und VII, u. zw. sowohl die Parterre-Localitäten, als auch jene des ersten Stockes unter Verwendung von Dampföfen gleicher Construction wie die bereits besprochenen, mit dem Abdampf der im Object III befindlichen verticalen Betriebsdampf-

maschine erfolgt. Die Beheizung des Objectes VI wird gleichfalls mittels Abdampf der genannten Betriebsdampfmaschine stattfinden.

Die Tyresschmiede (Räderwerkstätte), Object IV besitzt zwei Stück Tyres-Glühöfen  $G$  und  $G_1$  sammt Richtplatten  $R$  und  $R_1$ . Die Tyres-Glühöfen sind gleicher Construction mit dem in der Werkstätte Neu-Sandez in Verwendung stehenden, über welchen mehrjährige günstige Erfahrungen vorliegen. Der Tyres-Glühofen  $G_1$  ist für Locomotiv- und Wagenradreifen bemessen, hingegen jener bei  $G$  nur für Wagenradreifen bestimmt. Zum Tyresabziehen ist vorläufig nur ein Abziehofen  $A$ , u. zw. mit Gasfeuerung vorhanden.

Zum Heben der Räderpaare, Radreifen etc. sind zwei Stück hydraulische Drehkrahne  $D$  und  $D_1$  mit einer Tragfähigkeit von je 4000  $kg$  und mit je 3.6  $m$  Ausladung vorhanden. Das Druckwasser liefert eine bei  $P_1$  aufgestellte Transmissions-Druckpumpe. Der Drehkrahne  $D_1$  ist derart situiert, daß man mit demselben die Richtplatte  $R_1$ , den Tyres-Abziehofen  $A$  und das in der Mitte des Gebäudes liegende Geleise zu bestreichen vermag. Mit dem zweiten Drehkrahne  $D$  kann man die Richtplatte  $R$  und das Mittelgeleise bestreichen. Um das Einfrieren des Druckwassers der hydraulischen Drehkrahne hintanzuhalten, erhält dasselbe einen Zusatz von Glycerin. Die Anordnung ist so getroffen, daß das verbrauchte Druckwasser stets wieder von der Druckpumpe zugehört wird.

Für das Auf- und Abpressen der Räder, Kurbeln etc. wurden vorläufig nur eine hydraulische Räderpresse  $E$ , Object IV, nach amerikanischem System (Sellers) mit einem, an dem verstärkten Gegenstände montirten hydraulischen Drehkrahne, u. zw. derart aufgestellt, daß neben demselben bei  $E_1$  eine zweite hydraulische Räderpresse so situiert werden kann, daß mit dem hydraulischen Drehkrahne der ersten Räderpresse  $E$  auch der Nachbarpresse Räderpaare zugehoben werden können.

Gegenüber der Räderpresse bei  $S$  und  $S_1$  gelangen zwei Stück Räderbohrmaschinen zum Ausbohren der Schallengussräder zur Aufstellung. Zwischen der Tyresschmiede und dem Kessel- und Maschinenhause, Object III, wird die Metallgießerei sammt Trockenöfen untergebracht werden.

Wie bereits angeführt, wurde Object IX, die ehemalige Locomotivmontirung, zur Kesselschmiede adaptirt, und ein neues, in Construction und Ausmaß ganz gleiches Gebäude, anstoßend an das genannte aufgeführt. Dieses neue Gebäude mit einer Länge von 55  $m$  wurde mittels einer Zwischenmauer untertheilt. Der größere Raum steht als Blechwerkstätte, Object XIII, der kleine als Kupferschmiede, Object XIV in Verwendung.

Behufs leichter Communication zwischen Blechbearbeitungs-werkstätte und Kesselschmiede wurde die bei  $v_1$  bestandene Mauer des Objectes IX abgetragen und gelangten an dieser Stelle schmiedeeiserne Säulen  $S$  zum Tragen der mit Oberlichtfenstern versehenen Dachstühle zur Aufstellung.

In der Blechwerkstätte sind zwei Laufkrahne  $l$  und  $l_1$  mit Gall'scher Lastkette und mit je 5000  $kg$  Tragfähigkeit angeordnet (siehe auch Schnitt  $E F$ , Fig. 8), u. zw. in der Weise, daß mit jedem Laufkrahne die halbe Blechbearbeitungs-Werkstätte bestrichen werden kann. Die Mechanismen für die Bewegung dieser Krahne und für das Heben, Senken und Verschieben der Last auf den Laufkrahnen werden mittels Ketten von unten bethätigt. Nebst den nöthigen Arbeitsmaschinen ist im Objecte XIII ein Blechglühofen  $B$ , zum Ausglühen und Vorwärmen der Bleche vorhanden, welcher zwei gegenüber liegende Oeffnungen  $O$  und  $O_1$  zum Ein- und Ausbringen der Bleche besitzt.

Den Antrieb der Arbeits-Maschinen, welcher zum Theil von der Transmissionswelle direct, zum Theil von Vorgelegen aus erfolgt, besorgt eine bei  $m$  in der Kesselschmiede, Object IX, aufgestellte Dampfmaschine mit Ridersteuerung, 250  $mm$  Cylinderdurchmesser, 500  $mm$  Hub und 75 Umdrehungen per Minute. Den für den Betrieb dieser Dampfmaschine erforderlichen Dampf liefern die Dampfkessel des Objectes III. Der Abdampf dieser Maschine pufft derzeit durch einen Wasserscheider in's Freie, wird aber in der nächsten Heizperiode zur Beheizung der Kesselschmiede, Blechbearbeitungs-Werkstätte und Kupferschmiede verwendet werden.

Die vier Laufkrahne  $L_1, L_2, L_3, L_4$  der Kesselschmiede, Object IX, dienten seinerzeit zum Heben der Locomotiven und wurden, da sie anderweitig nicht verwendet werden konnten, im genannten Objecte belassen. Dieselben haben einerseits ihre Laufschiene auf einem schmiedeeisernen Kastenträger  $K$  (vgl. auch Fig. 8), welcher das Object IX früher von  $A$  bis  $B$  durchzog und welcher anlässlich der Aufstellung der hydraulischen Nietmaschine  $N_h$  um ein Stück verkürzt wurde, so daß er derzeit nur von  $B$  bis  $C$  reicht, anderseits befinden sich die Laufschiene für diese Laufkrahne auf den Längsmauern des Objectes IX und auf der Strecke  $V V_1$  wurden die schmiedeeisernen Säulen  $s_1$  mit darüberführenden Kastenträgern für die Lagerung der Laufschiene angeordnet.

Von dem hochgelegenen Haupttransmissionsstrang  $g$ , Fig. 8, werden mittels Riementriebe die Transmissionswellen  $f$  und  $t$  angetrieben. Der Transmissionsstrang  $t$  führt in die Kupferschmiede, in welcher überdies noch jener bei  $E$ , angetrieben mittels Riemen von der Welle  $f$ , sich als nothwendig ergab.

Die in der Blechbearbeitungs-Werkstätte vorgearbeiteten Kesselbleche gelangen in die nebenanliegende Kesselschmiede, Object IX. An der Stirnseite dieses Gebäudes ist die neue hydraulische Nietanlage  $N_h$  (vgl. auch Fig. 4) situiert.

#### Die hydraulische Nietanlage.

Diese Anlage enthält nachstehende Objecte: 1. Einen stationären Nieter mit 2.6  $m$  Maultiefe, für Niete bis 26  $mm$  Stärke; 2. einen hydraulischen Drehkrahne ( $K$ , Fig. 4) zum Heben, Senken, Vor- und Rückwärtsfahren, Rechts- und Linksschwenken des hydraulisch zu nietenden Kessels; 3. einen beweglichen (transportablen) Nieter mit 90  $mm$  Maultiefe, gleichfalls für Niete bis 26  $mm$  Stärke; 4. einen Drehkrahne  $d$  (Fig. 4 u. 8) mit Handbetrieb für die Manipulation mit dem transportablen Nieter; 5. eine Presspumpe mit Dampftrieb zur Erzeugung des Druckwassers; 6. einen Accumulator für das Druckwasser; 7. die Druck- und Retourleitung.

Der stationäre Nieter dient zur Herstellung der Vernietungen von Langkessel, Feuerboxen etc.; der bewegliche Nieter für die Vernietungen der Feuerthürhinge und unteren Feuerbüchskränze. Die Disposition der einzelnen Objecte ist aus den beiden Text-Abbildungen Fig. 4 und 5 zu ersehen.

Der stationäre Nieter ist in einer Fundamentgrube von 4  $m$  Durchmesser und 2  $m$  Tiefe aufgestellt, so daß das Schelleisenmittel nur circa 1  $m$  über den Fußboden der Werkstätte herausragt. Der hydraulische Drehkrahne hebt das Arbeitsstück der Nietmaschine zu, und ist seine Hubhöhe so bemessen, daß der Locomotivkessel sammt Boxmantel noch über die Nietmaschine geschwenkt werden kann. Um dies zu erreichen, mussten unter Rücksichtnahme auf die Aufhängevorrichtung für die Kessel, die in einem Kreisbogen liegenden Laufschiene des Krahnes 11  $m$  über Fußboden gelegt werden. Das bestandene Gebäude hatte aber bis zur Mauerbank nur eine Höhe von 8.23  $m$  und erhielt deshalb an der Stelle, wo die Nietanlage situiert wurde, das Dach einen laternartigen Aufbau. Sowohl die stationäre als auch die transportable Nietmaschine arbeiten mit Blechschluss, d. h. sie besitzen außer dem Nietkolben noch einen zweiten Kolben, durch welchen die Bleche vor und während der Bildung des Nietkopfes fest aneinander gepresst werden, um ein vollkommen inniges Aneinanderliegen der Bleche zu erzielen. Beide Maschinen sind nach Patent Schönbach D. R. P. Nr. 46.948 ausgeführt, welche Construction mit minimalem Kraftwasserverbrauch arbeitet, und können ohne besondere Vorrichtung auch beide Nietköpfe mit der Maschine hergestellt werden. Letztere Art der Nietung heißt Stiftnietung. Bei dieser wird stets der Kopf beim festen Schelleisen zuerst gebildet, hierauf folgt das Aneinanderpressen der Bleche, während dessen der zweite Nietkopf gebildet wird. Die oberste Kante der Maschine liegt nur 45  $mm$  über Schelleisenmittel, so daß Bördelnietungen bei einer Minimaldistanz von 50  $mm$  zwischen Wand und Nietmitte ausgeführt werden können. Der Vorhalter ist aus Stahl und so dimensionirt, daß Kesseltrommeln von 750  $mm$  Durchmesser, bei 2 1/2  $m$  Länge noch über denselben geschoben werden können. Der hydraulische Druck bei ruhendem Accumulator beträgt 125 Atmosphären und steigt beim Fallen des Accumulators bis circa 200

Atmosphären. Die Maschine gestattet bei ein und derselben Accumulatorpressung, zufolge Anwendung von Differentialkolben, mit dreierlei Drücken zu arbeiten. Je nachdem mit dem Blechschließkolben allein, oder mit der Differenz des Nietkolbens und Hilfskolbens oder des Nietkolbens allein gearbeitet wird, erhält man bei ruhendem Accumulatordruck 22, 39, bzw. 59 *t* Druck. Hingegen bei fallendem Accumulator circa 35, 62, bzw. 98 *t* Druck. Im Allgemeinen kann man sagen, daß bei den verschiedenen Nietmaschinen durch das Fallen des Accumulators während der Bildung des Nietkopfes der Enddruck um 25 bis 60% erhöht wird, wie dies durch die Aufnahme von Diagrammen an Nietmaschinen nachgewiesen wurde.

Die Blechschlussvorrichtung ist auch bei doppelter Nietung anwendbar, denn einerseits sind die Dimensionen der Krone so

tirten Kreisbahn, und beansprucht die Krahnsäule nur auf Druck. Die Anordnung gestattet die Anwendung großer Bau- und Hubhöhen ohne erhebliche Mehrkosten. Das Hubwerk ist für dreifache Laststufe eingerichtet. Die drei Hubcylinder können gleichzeitig auf Druck gesteuert werden, u. zw. zum Heben einer Last von  $6\frac{1}{2}$  bis 10 *t*, oder die beiden äußeren allein bei einer Last von  $3\frac{1}{2}$  bis  $6\frac{1}{2}$  *t*, oder der innere allein beim Heben einer Last bis  $3\frac{1}{2}$  *t*. Entsprechend den Plungerdimensionen und den genannten Laststufen variiert dann auch der Wasserverbrauch. Die Katzenbewegung des Krahnes erfolgt mittels zwei hydraulischen vierfachen Kettenflaschenzügen mit je 1.5 *m* Hub, deren Ketten mit der Krahnskatze passend verbunden sind. Das Drehen des Krahnes wird durch Ziehen an Ketten, welche an dem Krahnenwagen befestigt sind, eingeleitet, u. zw. führt rechts und links je eine Kette über

Leitrollen zu je einem hydraulischen sechserrolligen Flaschenzuge, von welchen einer an der linken, einer an der rechten schmiedeisenen Doppelsäule des Krahngerüsts anmontiert ist. Der Hub misst  $1\frac{1}{2}$  *m*, demnach der Weg des Krahnenwagens 9 *m*. Die Steuerung für die Katzen- und Drehbewegung ist so eingerichtet, daß bei Steuerung des einen Cylinders auf Druck der andere auf Abfluss gestellt ist. Befinden sich die Steuerungen in der Mittelstellung, dann ist die Last in der betreffenden Stellung unverrückbar festgehalten. Sämtliche hydraulische Cylinder sind mit Sicherheits- und Entlüftung-Ventilen versehen.

Die transportable Nietmaschine ist durch eine Universal-Aufhängevorrichtung in jede beliebige Lage drehbar. Dieselbe ist derart construiert, daß sie beim Nietn von Feuerthürkränzen noch in 350 *mm* weite Feuerthüren eingeführt werden kann. Das Eigengewicht der Maschine ist durch ein Gegengewicht ausbalanciert. Die Hubbewegung der Maschine und die radiale Verstellung der Laufkatze am Ausleger sind combinirt und vom Standorte der Nietmaschine aus zu handhaben. Die Zuführung des Druckwassers zur Nietmaschine erfolgt durch ein Gelenkrohr, welches die Vertical- und Radialbewegung der Nietmaschine gestattet.

Das Presspumpwerk zur Erzeugung des Druckwassers von 125 Atmosphären Pressung ist verticaler Construction und wird durch eine Zwillings-Dampfmaschine mit je 300 *mm* Cylinder-Durchmesser und 300 *mm* Hub betrieben. In der Dampfzuleitung, welche von der Dampfleitung der in der Kesselschmiede aufgestellten Betriebsmaschine *m* für den Antrieb der Arbeitsmaschinen der Blechbearbeitungs-Werkstätte abzweigt, ist ein Absperrschieber angebracht, welcher durch den Accumulator geschlossen wird, wenn sich derselbe seiner höchsten Stellung nähert, und geöffnet wird, sobald derselbe herabsinkt. Das

Abstellen und wieder in Gang setzen der Dampf-pumpe erfolgt auf diese Weise selbstthätig durch den Accumulator. Die Dampfmaschine des Pumpwerkes macht 100 Touren per Minute. Um ein Ueberschreiten dieser Umdrehungszahl zu verhindern, ist ein Drosselregulator vorhanden.

Der Accumulator ist ein Differential-Accumulator mit feststehendem Plunger und beweglichem Cylinder. Die wirksame Plungerfläche misst 175 *cm*<sup>2</sup>, somit beträgt das erforderliche Belastungsgewicht für 125 Atmosphären 21.875 *kg*. Hievon entfallen circa 4000 *kg* auf das Eigengewicht des Cylinders, der Rest wird durch aufgelegte Gewicht gebildet. Der Hub des Accumulators beträgt 2.3 *m*, der Inhalt 40 *l*. Die Wasserzuführung erfolgt durch eine achsiale Bohrung des unteren, stärkeren Plungertheiles.

Die complete Nietanlage ist von der Maschinenbau-Aktiengesellschaft vormals Breitfeld, Daněk & Co. in Prag-Karolinenthal

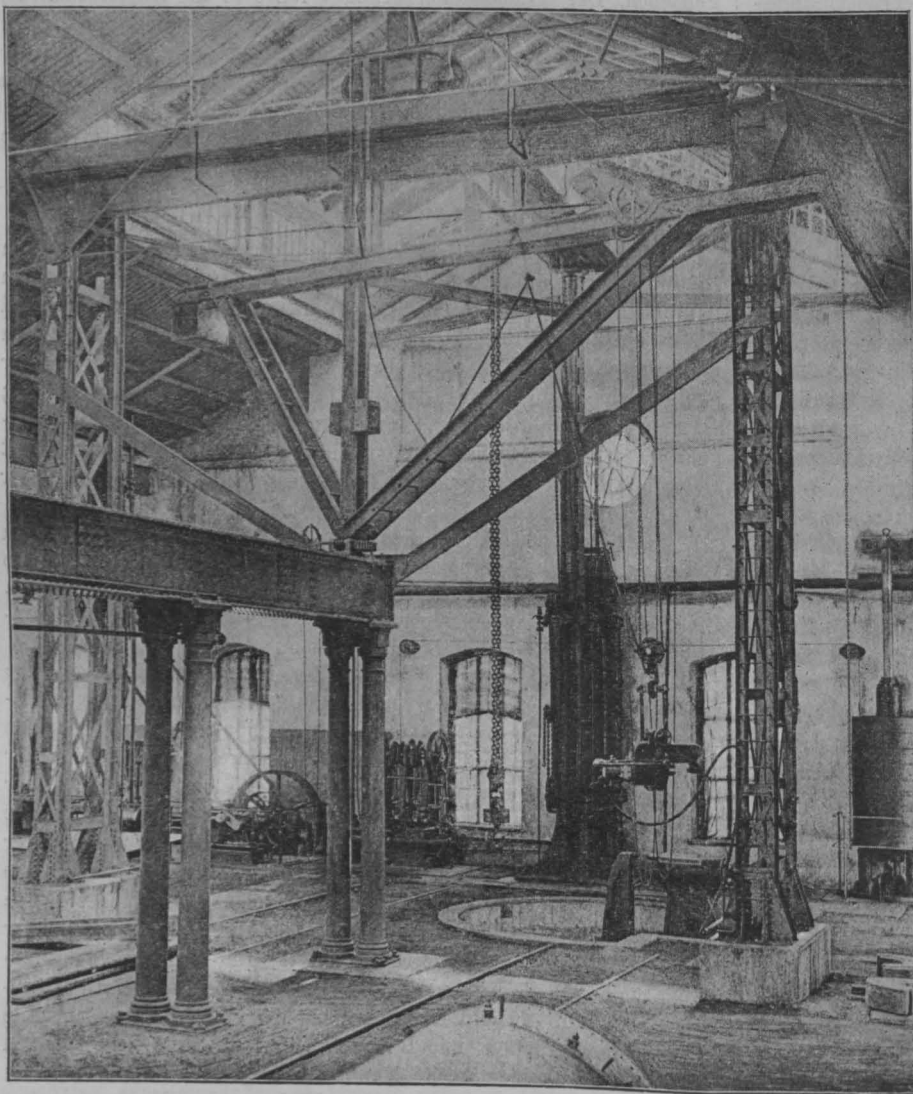


Fig. 4. Hydraulische Nietanlage.

bemessen, daß auch bei sehr engen Niettheilungen die Krone genügend Platz findet, andererseits, wenn dies nicht der Fall sein sollte, genügt es vollständig, wenn nur die innere, sonst schwer verstemmbare Naht mit Blechschlussvorrichtung hergestellt wird. Die Bedienung der Nietmaschine wird wesentlich dadurch erleichtert, daß die Steuerung sämtlicher Bewegungen des hydraulischen Drehkrahnes direct an die stationäre Nietmaschine verlegt ist, und daher durch denselben Mann, welcher die Nietmaschine bedient, erfolgen kann.

Der hydraulische Drehkrahne hat 10.000 *kg* Tragfähigkeit, 8.8 *m* Radius und 9 *m* Hubhöhe. Die Krahnsäule steht fest, das Hubwerk befindet sich am Fuße derselben, und die Hubkette ist durch die hohle Krahnsäule geführt. Der Ausleger dreht sich mit dem einen Ende um die Krahnsäule, mit dem anderen Ende fährt er auf einer auf Säulen mon-



ausgeführt worden und functionirt seit ihrer Inbetriebsetzung zur vollsten Zufriedenheit.

Die Locomotivmontirung, Object X, welche mit Laufkrahnen für eine max. Tragfähigkeit von nur 3 t ausgerüstet ist, und in welcher das Heben der Locomotiven mittelst Hebeböcken erfolgt, bietet höchstens insoferne einiges Interesse, als die Beheizung derselben mittelst halb in den Fußboden versenkt aufgestellten Oefen erfolgt, bei welchen die Heizgase durch tief gelegene Heizschläuche nach den an den Umfassungsmauern situirten Rauchfängen geleitet werden.

Die neue Schmiede, Object XV, wurde zwischen der neuen Lastwagen-Montirung, Object XIX, und der neu zu erbauenden Locomotivmontirung, Object XXV situirt.

An die Schmiede ist angebaut das neue Maschinen- und Kesselhaus, Object XVI, und in unmittelbarer Nähe befindet sich der neue Kohlenschuppen, Object XVII. Auf schmalspurigen Geleisen mit zugehörigen Drehscheiben erfolgt mittelst Kohlentransportwagen der Transport der Schmiedekohle in die Schmiede und des Brennmaterials für die Dampfkessel bis unmittelbar vor dieselben.

Im neuen Kesselhause, Object XVI, stehen 5 Stück Röhren-Dampfkessel mit je  $110\text{ m}^2$  Heizfläche, für  $6\frac{1}{2}$  Atmosphären Betriebsdruck und mit Treppenrostfeuerung. Dieselben haben vorläufig den Dampf zu liefern für: 1. die nebenan liegende Dampfmaschine D; 2. die Dampfhämmer; 3. die Dampfmaschinen der elektrischen Beleuchtungs-Anlage des Bahnhofes Linz, welche Dampfmaschinen sich im Object XVIII befinden; 4. die Beheizung der Lastwagen-Montirung während der Zeit, als kein oder zu wenig Abdampf der Dampfmaschinen zur Verfügung steht. Nach Fertigstellung der Locomotivmontirung, Object XXV, wird diese Kesselanlage auch für die Beheizung des letztgenannten Objectes in Anspruch genommen werden. Die Kessel sind aus prima steierischem Schweißisen hergestellt und in der Construction gleich denen im alten Kesselhause. Die Speisung der Dampfkessel erfolgt mittelst einer Dampfpumpe; als Reserve-Speiseapparat ist ein Injector vorhanden. Sowohl die im Objecte XVI stehenden 5 Stück Dampfkessel, als auch jene im Objecte III befindlichen, sind mit Schwartzkopff'schen Dampfkessel-Sicherheits-Apparaten versehen; die, die Alarmsignale gebenden Läutwerke befinden sich in den Kesselhäusern, Objecte III und XVI, ferner im Maschinenhause der elektrischen Beleuchtungsanlage, Object XVIII und im Administrationsgebäude der Werkstätte, Object I.

Neben dem Kesselhause befindet sich im Maschinenhause die Betriebsdampfmaschine D, welche vorläufig die Maschinen der Schmiede und Lastwagen-Montirung antreibt. Dieselbe ist eine liegende Condensations-Ventil-Dampfmaschine mit 425 mm Cylinder-Diameter, 900 mm Hub; sie macht 60 Umdrehungen per Minute, arbeitet derzeit ohne Condensation und überträgt ihre Kraft mittels Riemen auf die Haupttransmission T, welche an der Längsmauer in der Schmiede gelagert ist.

Oberhalb der Dampfmaschine D befinden sich 3 Stück Reservoirs r (Fig. 3, Object XVI), jedes mit je  $5\text{ m}^3$  Inhalt. Diese Reservoirs liegen im gleichen Niveau mit dem im alten Kesselhause, Object III, befindlichen Niederdruck-Reservoir und den Heizhaus-Reservoirs, und stehen mittelst absperrbarer Niederdruck-Wasserleitung mit diesen und mittelst absperrbarer Hochdruckwasserleitung mit den Hochreservoirs des Objectes III in Verbindung. Die genannten drei Reservoirs r im Objecte XVI dienen für den Dampfkesselbetrieb.

In der mit Wellblech eingedeckten Schmiede, Object XV, sind vorläufig 32 Schmiedefeuer, u. zw. derart angelegt, daß

genügend Raum für bequeme Manipulation bei der Schmiedearbeit vorhanden ist, und überdies im Bedarfsfalle noch freistehende Schmiedefeuer zur Aufstellung gelangen können. Im Dache befinden sich (vergleiche auch Fig. 3 u. 7) Oberlichtfenster und Rauchabzugs-Oeffnungen. Den für die Schmiedefeuer erforderlichen Wind liefern zwei Ventilatoren, welche versenkt aufgestellt sind. Die gusseiserne Windleitung liegt unterhalb des Estrich-Fußbodens.

Nachdem auch die Federarbeit in die Schmiede verlegt wurde, kam bei F (Fig. 2) ein Federglühofen zur Aufstellung und ist nächst demselben eine Federprobirvorrichtung und eine Federbiegmaschine aufgestellt. Weiters ist die Schmiede ausgestattet mit 4 Dampfhämmern und allen sonstigen nöthigen Arbeitsmaschinen.

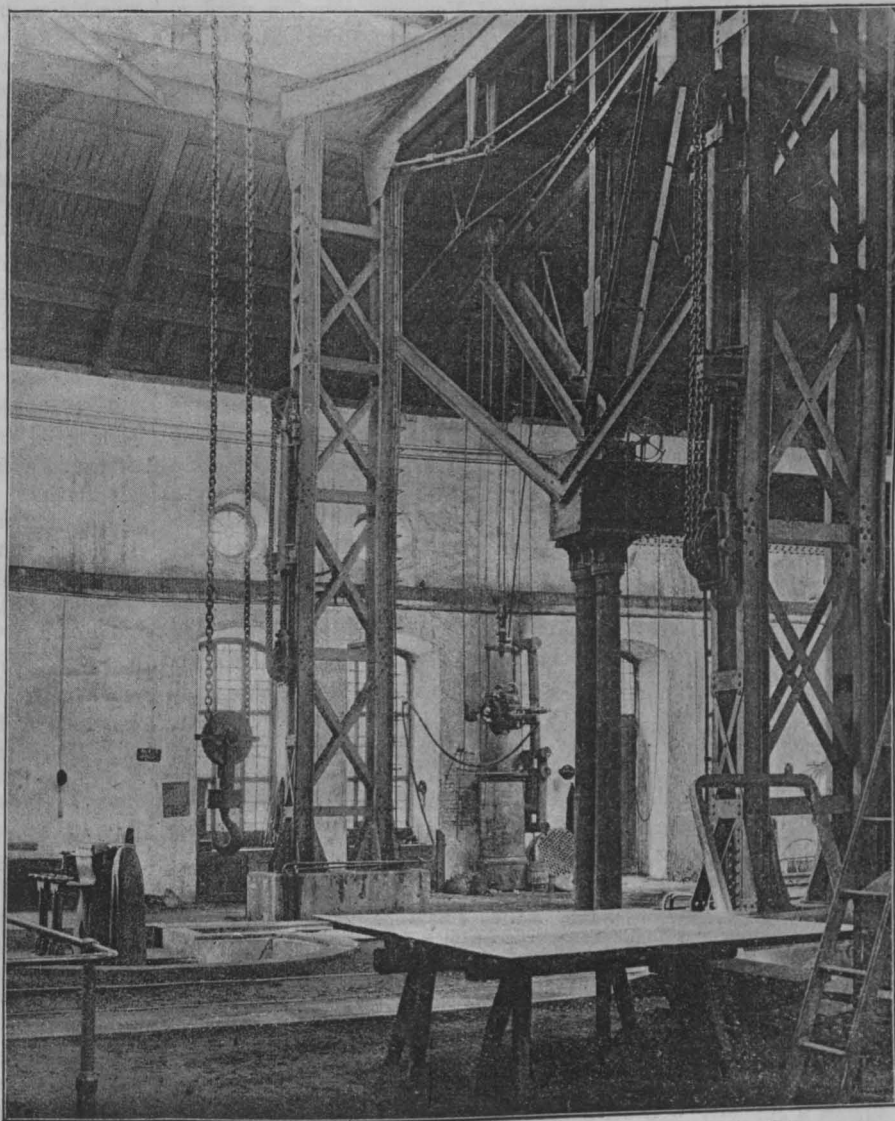


Fig. 5. Hydraulische Nietanlage.

Behufs Aufstellung eines Schweißofens sammt entsprechendem Dampfkessel ist in der Schmiede bei S der erforderliche Raum vorgesehen.

Für die Ableitung der Feuergase des Schweißofens in den Schornstein wurde bereits bei Erbauung des neuen Kesselhauses Object XVI ein eigener Fuchscanal k (Fig. 3) angelegt.

Wie bereits erwähnt, dient die im Object XVI aufgestellte Dampfmaschine D sowie die Haupttransmission T in der Schmiede, Object XV, nicht nur für den Antrieb der in letzterer aufgestellten Hilfsmaschinen, sondern auch zum Antrieb sämtlicher Holz- und Eisenbearbeitungs-Maschinen sowie des Exhaustors der Lastwagen-Montirung, Object XIX, zu welchem Zwecke die Transmission T (Fig. 3) über den Hofraum zwischen Schmiede und Lastwagen-Montirung auf einer geeigneten Trägerconstruction gelagert, nach der Lastwagen-Montirung führt.

Die Lastwagen-Montirung, Object XIX, ist in ihrer allgemeinen Anlage, sowie in der Anordnung der normalspurigen Geleise und Schiebebühnen, ähnlich der Personenwagen-Montirung, Object XI, ausgeführt. Für das Ein- und Ausbringen der normalen Wagen wurden in der Lastwagen-Montirung anstatt der Schubthore Vorbauten angeordnet. Zum Ein- und Ausfahren abnormal langer Wagen führen drei Geleise direct in die Lastwagen-Montirung. Durch die im Niveau der Geleise liegenden Schiebebühnen  $S$ ,  $S_1$  und  $S_2$ ,  $S_3$  wird die Lastwagen-Montirung in drei Theile, u. zw.  $A$ ,  $B$  und  $C$  (Fig. 2) getheilt. Der Theil  $A$  wurde für die Aufstellung der Holzbearbeitungs- und gewisser Eisenbearbeitungs-Maschinen bestimmt; hier musste für die, für den Antrieb eines Theiles dieser Maschinen erforderlichen hoch gelagerten Transmissionen und Vorgelege entsprechend Vorsorge getroffen werden. Von der Erbauung einer eigenen, getrennten Holzbearbeitungs-Werkstätte wurde Umgang genommen, da einerseits durch die Aufstellung der Holzbearbeitungs-Maschinen in unmittelbarster Nähe des Verwendungsortes der zugerichteten Hölzer und Holzbestandtheile, die Manipulation mit letzteren wesentlich vereinfacht wird, anderseits weil eine Exhaustoranlage für die Wegschaffung aller Späne und Holzabfälle mit in das Project aufgenommen wurde, wodurch die Feuersgefahr wesentlich vermindert erscheint, und auch von einer Verunreinigung der Luft in der Lastwagen-Montirung, durch den bei der Holzbearbeitung sich entwickelnden Holzstaub, dann keine Rede mehr sein kann. Ueberdies sind zur Hintanhaltung der Feuersgefahr noch eine große Zahl von Hydranten vorhanden, welche von den reichlich bemessenen Hochreservoirs gespeist werden.

Für die Wahl des Theiles  $A$  der Lastwagen-Montirung zur Aufstellung der Arbeitsmaschinen war hauptsächlich der Umstand maßgebend, daß dieser Theil  $A$  der Schmiede bzw. dem neuen Maschinenhause am nächsten liegt, und somit die Einleitung der Kraft mittelst Wellen-Transmission am einfachsten durchgeführt werden konnte.

Das mit Oberlichtfenster versehene Dach der Lastwagen-Montirung besteht aus einer äußeren 25 mm starken Holzverschalung, auf welcher die Schiefereindeckung befestigt ist und im Abstände von 50 mm von der Dachverschalung aus einer 30 mm starken Gypsdienwand, wie dies aus Fig. 9 ersehen werden kann. Durch die in dem 50 mm weiten Zwischenraume, zwischen äußerer Verschalung und innerer Gypsdienwand eingeschlossene Luftschicht wird die Wärmetransmission bedeutend verringert, und im Winter eine weitaus leichtere Beheizung erzielt. Die Dachbinder sind ganz aus Eisen hergestellt.

Zum Tragen des Dachstuhles stehen schmiedeeiserne Säulen in Verwendung, durch deren Mitte die Wasserablaufrohre von den Dachrinnen zu den Sammelcanälen führen. Die Säulen in diesem Objecte mussten stärker construirt werden als jene der Personenwagen-Montirung, u. zw. jene des Raumes  $A$ , weil dieselben bei einem Abstände von 5 m senkrecht zur Richtung der Geleise auch die Tragconstruction für die Lagerung eines Theiles der Transmissionen und Vorgelege aufzunehmen hatten, jene der Räume  $B$  und  $C$  deshalb, weil der Säulenabstand in der gleichen Richtung in diesen beiden Räumen nicht 5 m, wie bei der Personenwagen-Montirung, sondern 10 m misst. Im Raume  $A$  ruhen die Dachbinder direct auf den Säulenköpfen, welche gegenseitig, senkrecht zur Richtung der Geleise, mittelst entsprechend construirten Gitterträgern abgesteift sind, wie dies aus Fig. 10 und 11 zu ersehen ist. In den Räumen  $B$  und  $C$  liegen die Dachbinder auf normal zur Richtung der Geleise durchlaufenden Kastenträgern, welche auf den Säulen aufrufen und mit diesen verbunden sind. In der Richtung der Geleise beträgt der Säulenabstand 15 m. Durch diese Säulenordnung wurde die Möglichkeit geschaffen, zwischen den normalspurigen Geleisen der Räume  $B$  und  $C$  schmalspurige Geleise, wie im Plane eingezeichnet, zu situiren, um die ausgebauten Räderpaare mittelst Rädertransportwagen bequem fortzuschaffen und die einzubindenden Räderpaare bequem zu der gewünschten Stelle transportiren zu können.

Die geringere Entfernung der Säulen von 5 m in der Richtung normal zu den Geleisen im Raume  $A$  erschien deshalb

erwünscht, weil hiedurch die nothwendige Anbringung einer steifen Trägerconstruction für die Lagerung der hochliegenden Transmissionen und Deckenvorgelege wesentlich erleichtert wurde. Die Anzahl der Säulen blieb aber trotzdem auf ein Minimum beschränkt, wodurch eine möglichst bequeme Manipulation mit den Hölzern gesichert erschien.

Für einen Theil der in dem Raume  $A$  untergebrachten Holzbearbeitungs-Maschinen, insbesondere der schweren Holzhobelmaschinen und Kreissägen, ist der Antrieb mittels Bodentransmission jenem mittels hochgelegener Transmission vorgezogen worden, indem die Bodentransmission eine bequemere Manipulation mit langen Hölzern gestattet. Von der Anlage einer Bodentransmission zum Antrieb sämtlicher Arbeitsmaschinen in diesem Raume wurde Umgang genommen, da die Bauart von vielen Arbeitsmaschinen den Antrieb mittels Deckenvorgelege wesentlich einfacher erscheinen lässt, bei vielen Maschinen nur kurze Arbeitsstücke zur Verwendung kommen, und demnach der hochgehende Antriebsriemen in keiner Weise hinderlich ist, und schließlich die zweckentsprechende Anlage von Bodentransmissionen für sämtliche Arbeitsmaschinen mit nicht unwesentlichen Mehrkosten verbunden gewesen wäre.

Die von der Dampfmaschine, Object XVI, angetriebene Haupttransmissionswelle  $T$ , welche in der Schmiede an die Längsmauer gelagert ist und in die Lastwagen-Montirung führt, ist zwischen Schmiede und Lastwagen-Montirung auf geeignet construirte Träger gelagert, deren Entfernung derart bemessen ist, daß auf die Haupttransmissionswelle  $T$  eine Riemenscheibe aufgekeilt werden kann, um im Bedarfsfalle bei etwa eintretendem Gebrauche an der Antriebs-Dampfmaschine, mittels einer im Hofraum aufzustellenden Locomotive den Betrieb aufrecht erhalten zu können. Um im Falle einer Gefahr ein rasches Abstellen der Transmission in der Lastwagen-Montirung bewerkstelligen zu können, wurde unmittelbar vor dem Eintritt der mehrgenannten Haupttransmission  $T$  in die Lastwagen-Montirung, bei  $L$  (Fig. 3), eine Klauenkupplung angebracht. Dieselbe besitzt (siehe Fig. 10 und 11, Taf. XXX) schraubenförmige Flächen  $F$  und sobald die hochgehaltene Klinke  $K$  zwischen letztgenannte Flächen einfällt, was durch Ziehen an der Zugstange  $Z$  eingeleitet werden kann, werden die Kupplungshälften auseinander getrieben, und es findet die Auslösung statt. Um ein etwaiges selbstthätiges Auslösen während des Betriebes hintanzuhalten, hält die Klinke  $J$  die Muffenhälften zusammen. Mit dem Einfallen der Klinke  $K$  hebt sich gleichzeitig Klinke  $J$  ab, da beide auf der Welle  $w$  befestigt sind. Das sichere Einfallen der Klinke  $K$  bewirkt nach erfolgtem Zug an der Stange  $Z$ , beziehungsweise nach erfolgter Auslösung der Sperre bei  $S$  das Gegengewicht  $G$ .

Vermöge dieser Kupplung ist man auch in der Lage, im Bedarfsfalle die Transmission in der Schmiede allein im Betriebe zu erhalten. Behufs Einlösung der Kupplung besitzt die Riemenscheibe  $R$  im Objecte XIX eine Schaltverzahnung, und mittels eines Hebel- und Sperrklinkenmechanismus, welcher in Fig. 8 und 9, Tafel XXX dargestellt ist, kann die Transmissionswelle leicht so weit verdreht werden, daß das Einschieben der einen, auf einem Längskeil verschiebbaren Klauenkupplungshälfte vorgenommen werden kann. Von der Anbringung einer Reibungskupplung, welche auch das Einlösen während des Betriebes gestattet, wurde Umgang genommen, da es nicht zweckmäßig schien, dauernd die Kraft mittelst Friction zu übertragen, wo die Auslösung doch nur in seltenen Fällen sich als nothwendig erweist, und die Verlässlichkeit solcher Kupplungen für das rasche Auslösen immerhin gegen jene bei der gewählten einfachen Construction zurücksteht. Durch die entsprechende Anordnung von Seil- oder Kettenzügen in der Lastwagen-Montirung kann man die Auslösung der vorgeführten Kupplung von verschiedenen Stellen aus möglich machen. Von dem Haupttransmissionsstrange  $T$  (Fig. 3) wird mittelst der Riemenscheibe  $R_2$ , die in einem entsprechenden Canale gelagerte, nach Seller's Construction ausgeführte Bodentransmission  $T_2$  unter Zuhilfenahme von Leitrollen angetrieben. Die Riemen laufen von der Riemenscheibe  $R_2$  nahezu horizontal bis zu Leitrollen, welche an der Säule  $S$  (Object XIX) angebracht sind, und von diesen geführt, nach

abwärts, die Hauptriemenscheibe der Bodentransmission  $T_2$  umspannend. In Fig. 10—12 sind die genannten Leitrollen, sowie deren Lagerung an der Säule  $S$  dargestellt.

Von der Riemenscheibe  $R$  wird, u. zw. ebenfalls unter Zuhilfenahme von Leitrollen, der hochgelagerte, gleichfalls nach Seller's Construction ausgeführte Transmissionsstrang  $T_1$ ; schließlich der hochgelagerte Transmissionsstrang  $h$ , Object XIX, von der Bodentransmission  $T_2$  aus mittels einfach geschränkter Riemen angetrieben.

Die Anlage behufs Absaugung der Holzspäne und des Holzstaubes ist in Ausführung begriffen und wird demnächst in Betrieb gesetzt werden. Der größte Theil der Holzbearbeitungsmaschinen erhält entsprechend construirte Staubfänge, welche mittels Röhren mit den unter den Fußboden verlegten Haupt-Späneleitungen verbunden sind. Die beiden Haupt-Späneleitungen vereinigen sich unmittelbar vor dem Ventilator bzw. Exhaustor  $E$  Object XIX, welcher den Holzstaub und die Holzabfälle anzusaugen und nach dem Spänehaus Object XXX zu führen hat. Im Fußboden der Holzbearbeitungs-Werkstätte befinden sich eine Anzahl mit eisernen Deckeln verschließbare Oeffnungen, welche mit den Späneleitungen in Verbindung stehen, um die während der Arbeit und bei der Reinigung der Werkstätte am Boden sich sammelnden Späne in diese Oeffnungen einkehren und auf diese Weise leicht entfernen zu können.

Das Spänehaus Object XXX ist zwischen Kohlenschuppen Object XVII und Schmiede Object XV situiert. Dasselbe hat zwei getrennte Spänekammern, um während der Zeit, als die eine angeblasen wird, die andere entleeren zu können. Die Zwischendecke der beiden Kammern (siehe Fig. 5) besteht aus perforirtem Blech, und die Jalousie-Fenster der oberen Räume besitzen (leicht abnehmbare) Drahtgewebe, um das Austreten des Staubes nach Thunlichkeit zu verhindern. Die Zwischendecke hat kleine Fallthüren, um den oben angesammelten Staub nach abwärts kehren zu können.

Für die Bewegung der zwei in der Lastwagen-Montirung in Verwendung stehenden unversenkten Schiebebühnen ist ein sogenannter Dampfswagen vorhanden, mit welchem man zu der einen oder andern Schiebebühne behufs Bewegung derselben fahren kann. Derselbe soll nach Erbauung der Flugdächer, Objecte XXIX, bzw. nach Herstellung der unter denselben projectirten zwei Schiebebühnen, auch für diese in Verwendung kommen. Der Dampfswagen besitzt eine hydraulische Vorrichtung, mittels welcher er von dem Schiebebühnen-Geleise abgehoben werden kann, worauf derselbe auf die zum Befahren der (senkrecht zu den Schiebebühnen-Geleisen gelagerten) normalspurigen Geleise bestimmten zwei Räderpaare zu ruhen kommt und von einer Schiebebühne zur anderen gelangen kann. Der Dampfswagen besitzt überdies eine Haspel zum Heranziehen der Wagen auf die Schiebebühne. Die beiden Schiebebühnen der Lastwagen-Montirung sammt Dampfswagen wurden von der Locomotiv-Fabrik Krauss & Co. in Linz gebaut.

Die Beheizung der Lastwagen-Montirung findet mit in Gruppen geschalteten Dampföfen statt. Zur Beheizung kann sowohl directer Kesseldampf, als auch Abdampf in Verwendung kommen, u. zw. nicht nur der Auspuffdampf der in Object XVI stehenden Betriebsmaschine, sondern auch der im Objecte XVIII jeweilig im Betriebe befindlichen Dampfmaschine der elektrischen Beleuchtungs-Anlage des Bahnhofes Linz.

In letztgenanntem Objecte sind zwei gleiche Dampfmaschinen untergebracht, welche so stark dimensionirt sind, daß eine für die elektrische Beleuchtung des Bahnhofes ausreicht, und eine als Reserve-Maschine dient. Beide Dampfmaschinen erhalten ihren Betriebsdampf von den im Kesselhaus Object XVI stehenden Dampfkesseln. Die Dampfleitung liegt in einem schließbaren gemauerten Canal  $K_a$ , welcher von Object XVI zu Object XVIII führt. In demselben Canale liegt eine absperrbare, mit einem Sicherheits-Regulir-Ventil versehene Auspuffleitung, durch welche der Abdampf der im Betriebe befindlichen Dampfmaschine des Objectes XVIII behufs Beheizung der Lastwagen-Montirung bis in das Kesselhaus Object XVI geführt werden kann, wo dann diese Leitung, sowie die gleichfalls mit einem Sicherheits-Regulir-

Ventil versehene Auspuffleitung der Werkstätten-Betriebsmaschine des Objectes XVI mit den Heizleitungen entsprechend verbunden ist. Die genannten Ventile lassen den Abdampf ins Freie ausströmen, sobald der Druck 0.2 bis 0.3 Atm. übersteigt.

Obgleich die elektrische Beleuchtungs-Anlage auch zu gewissen Zeiten functionirt, wo noch keine Arbeiter in der Lastwagen-Montirung sich befinden (späte Abendstunde und frühe Morgenstunde), so wird dennoch die Abdampfheizung für die Beheizung der Lastwagen-Montirung auch während dieser Stunden im Betriebe erhalten, weil hiedurch das Anheizen dieses großen Gebäudes entfällt.

Zum Schlusse mögen noch einige Angaben über die maschinelle Anlage für die elektrische Beleuchtung des Bahnhofes Linz folgen. Im Objecte XVIII gelangten die Dampf- und Dynamomaschinen, sowie die Hauptschaltbretter, Regulirwiderstände, Spannungszeiger, Ampèremeter, selbstthätigen Maschinenausschalter etc. etc. zur Aufstellung. Dieses Object wurde derart bemessen, daß ein Theil desselben als Feuerlöschrequisiten-Depôt dienen kann. Die Beleuchtung erfolgt durch: 800 Glühlampen à 16 N. K., 30 Stück Differentialbogenlampen zu 9 Ampères, 30 Stück Differentialbogenlampen zu 12 Ampères, 18 Stück Flachdecklampen zu 6 Ampères. Die Bogenlampen sind in zehn verschiedenen Stromkreisen gruppirt.

Zur Erzeugung des elektrischen Stromes für diese Lampen kamen zwei Dampfmaschinen und vier Dynamomaschinen zur Aufstellung. Die Dampfmaschinen sind liegende, eincylindrige Maschinen ohne Condensation, mit Rider-Steuerung; dieselben besitzen je 425 mm Cylinderdurchmesser, 600 mm Hub und machen 160 Umdrehungen per Minute. Jede Dampfmaschine ist mit einem Schaltwerk versehen, zum Andrehen derselben von Hand. Von den vier Dynamomaschinen sind zwei für Glühlicht, zwei für Bogenlicht bestimmt. Die Glühlicht-, sowie die Bogenlicht-Dynamomaschinen sind Gleichstrommaschinen mit Nebenschlusswicklung, Luftcommutator, einzeln auswechselbaren Sectoren, u. z. sind erstere bemessen zum Betriebe von je 735 Glühlampen à 16 N. K., letztere zum Betriebe von je 42 Bogenlampen à 9 Ampères und 18 Bogenlampen à 12 Ampères oder je 18 Bogenlampen à 9 Ampères und 30 Bogenlampen à 12 Ampères. Die Aufstellung der Dynamomaschinen erfolgte derart, daß mit jeder Dampfmaschine gleichzeitig je eine Glühlicht- und eine Bogenlicht-Dynamomaschine angetrieben werden kann. Jede Maschine besitzt zu dem Ende zwei Schwungräder à 2400 mm Durchmesser und 400 mm Breite; bei jeder Dampfmaschine dient 1 Schwungrad zum Antriebe einer Glühlicht-Dynamomaschine und 1 Schwungrad zum Antriebe einer Bogenlicht-Dynamomaschine.

Der Antrieb der Dynamomaschinen erfolgt mittels Riemen, welche je ein Schwungrad und eine Antriebsscheibe der bezüglichen Dynamomaschine umspannen. Für gewöhnlich ist nur eine Dampfmaschine mit der zugehörigen Glühlicht- und Bogenlicht-Dynamomaschine im Betriebe und verbleibt die zweite gleiche Dampf- und Dynamomaschinen-Garnitur in Reserve. Bei Vermehrung der Beleuchtungskörper wird der gleichzeitige Betrieb beider Garnituren sich als nothwendig erweisen. Die Dampfmaschinen für die elektrische Beleuchtungsanlage lieferte die Firma Friedrich Waniek in Brünn, den elektrischen Theil die Firma Siemens & Halske und die Beleuchtungskörper, ausschließlich der Maste, welche letztere in eigener Regie erzeugt wurden, die Firma Hess & Wolf.

Für die neue Locomotivmontirung, Object XXV, deren Bau im heurigen Jahre begonnen werden wird, ist derzeit die Verfassung des Projectes sammt Detailpläne erst im Zuge, und erscheint deshalb in Fig. 2 blos die Situirung der Locomotivmontirung und der für etwaige Vergrößerung derselben reservirte Platz eingezeichnet.

Als Basis für die Projectverfassung gelten folgende Gesichtspunkte: Dieselbe ist im Principe ähnlich der Locomotivmontirung der Werkstätte Neu-Sandez auszuführen. Sie wird für 32 Maschinenstände bemessen und aus drei Haupträumen bestehen, nämlich einem mittleren niedrigeren, für die Bewegung der circa 8 m langen Schiebebühne und je links und rechts aus einem Raume mit je 16 Locomotivständen. Die beiden Räume für die Locomotivstände



werden behufs Unterbringung der Laufkrahne, welche zum Heben der Locomotiven zu dienen haben, entsprechend höher gehalten.

Für die Aufstellung der für die Locomotivmontirung nöthigen Arbeitsmaschinen wird ein eigener Raum A vorgesehen werden. Dieser Raum kann im Bedarfsfalle leicht vergrößert werden, und wird, wenn an die Erweiterung der Locomotivmontirung im Rahmen des hiefür reservirten Platzes geschritten werden müsste, in der Mitte zwischen beiden Locomotivmontirungen situirt sein.

Ueber den Antrieb der Locomotiv-Schiebebühne, der Laufkrahne und Arbeitsmaschinen der neuen Locomotivmontirung werden die bezüglichlichen Studien gleichfalls derzeit gepflogen und von dem Resultate derselben wird es abhängen, welche Art des Antriebes in jedem einzelnen Falle zur Ausführung gelangt, wobei nicht unerwähnt sein soll, daß auch der elektromotorische Antrieb in das Studium einbezogen wird. Bei etwaiger Wahl des letztgenannten Antriebes käme eine Primär-Dampfdynamo im Maschinenhaushaus Object XVI neben der Betriebs-Dampfmaschine D zur Aufstellung.

## Vermischtes.

### Personal-Nachricht.

Herr Rupert Böck, Professor der technischen Mechanik und Maschinenlehre an der technischen Hochschule in Wien, wurde zum Rector für das Studienjahr 1892/93 gewählt.

### Preis-Ausschreibung.

Der Verlagsbuchhändler J. B. Potter in New-York (197 Potter-Building) schreibt eine Preisbewerbung für die besten schriftlichen Arbeiten über den Bau und die Erhaltung von öffentlichen Straßen aus. 1. Preis 100 Doll., 2. Preis 70 Doll., 3. Preis 30 Doll. Die Arbeit soll nicht weniger als 8000 und nicht mehr als 20.000 Worte enthalten, in populärer Weise geschrieben, und womöglich durch Zeichnungen illustriert sein. Die Arbeiten sind bis 1. Jänner 1893 an obige Adresse mit einem Motto versehen einzusenden. Die näheren Bedingungen sind im Vereins-Secretariate einzusehen.

**Durchführung des Metermaßes.** Das hohe k. k. Finanzministerium hat mit dem Erlasse vom 9. November 1891, Z. 40666 angeordnet, daß vom Jahre 1892 angefangen, sämtliche Evidenzhaltungsarbeiten des Grundsteuer-Katasters nur im Metermaße durchzuführen sind.

**Wiener Bauordnung.** Der Wiener Gemeinderath hat in Folge seines Plenarbeschlusses vom 26. April 1892, Z. 123 folgende Hauptstraßen und Plätze als solche bezeichnet, für welche in den Bezirken XI bis XIX die Bestimmungen der ersten sieben Absätze des § 42 der Wiener Bauordnung Geltung haben sollen:\*) I. Die Steinbaurgasse, Breite 22·76 m, bis zur Rudolfsgasse. II. Die Schönbrunner Hauptstraße (Fortsetzung der Mariahilferstraße), Breite circa 23 m, bis zur Grenz- und Reindorfsgasse. III. Die Ostgrenze der Schmelz mit den Theilen der Burggasse und Aufmarschstraße in den Strecken zwischen der Schmelz und der Gürtelstraße. IV. die Gürtelstraße und alle Straßentheile zwischen der Gürtelstraße und den alten Bezirken.

**Excursion nach Eisenerz-Vorderberg.** Am 27. Juni haben 75 Mitglieder unseres Vereines unter Führung des Vereinsvorstehers, Oberbaurath Berger die Fahrt nach Leoben angetreten, um die Eisenwerke der Oesterr.-Alpinen Montan-Gesellschaft, die Zahnradbahn Eisenerz-Vorderberg und den schweren Oberbau auf der Versuchs-Strecke Admont-Selzthal zu besichtigen.

### Miscellen vom Rhein.

Um die seinerzeit abgeschlossenen Staatsverträge zwischen Frankreich und Baden bezüglich der Rheinregulirung zu studiren, machte ich einen Abstecher nach Karlsruhe. Dort erhielt ich auch sofort durch den großherzogl. Badischen Oberbaudirector M. Honseil alle gewünschten Auskünfte. Unser Gespräch wurde durch den Director der oberhalb Karlsruhe an der Eisenbahn erbauten chemischen Fabriken bei Rheinau unterbrochen, der an die badische Wasserbau-Direction mit der Bitte herantrat, ihm zu seinen ca. 3 km vom Rhein entfernten Fabriken einen Schiffahrtsanal und Hafen zu bauen, um namentlich die Kohle per Wasser beziehen zu können. Ich vermute, daß diese Angelegenheit baldigst eine Erledigung finden wird, da die Fabrik sich bereit erklärte, eventuell alle Kosten

\*) Der § 42 enthält die Bestimmungen über die Haushöhen. Nach dem vorstehenden Beschlusse ist es in den benannten Gassen gestattet, Wohnhäuser zu bauen, welche bis zur Gesimskante 25 m Höhe haben.

Zur Abwage der Locomotiven wurde eine zehntheilige Locomotiv-Brückenwaage in einem eigens hiefür in der Nähe der projectirten Heizhaus-Anlage neuerbauten Waaghaushaus aufgestellt. Diese Brückenwaage wurde von der Firma C. Schember & Söhne in Wien angefertigt, besitzt Central-Auslösung und an jedem der zehn, für je 8000 kg Tragkraft bemessenen Flügel einen Registrir-Apparat. Die Waage ist derart construirt, daß die Locomotiven aller bei den k. k. Staatsbahnen vorhandenen Locomotivserien auf derselben abgewogen werden können.

Abgesehen von den bereits angeführten Objecten, welche im Jahre 1893 zur Ausführung kommen sollen, ist auch noch die Ausführung kleinerer Objecte und die Herstellung verschiedener anderweitiger Werkstätten-Einrichtungen in Aussicht genommen, wie beispielsweise die Herstellung eines Trockenofens zum Trocknen von Werkholz, die Installirung einer Schleiferei etc. etc. Mit der Ausarbeitung der bezüglichlichen Projecte wurde jedoch noch nicht begonnen, weshalb einschlägige Erläuterungen derzeit nicht gegeben werden können.

aus Eigenem zu tragen, da die Vortheile der billigeren Fracht die Zinsen dieses Capitals weit überwiegen.

Auf der Fahrt nach dem von Karlsruhe 5 km entfernten Rheinhafen in Maxau, wo die Eisenbahn über den Rhein noch auf einer sehr interessanten Pontonbrücke fährt, wurde mir erzählt, daß die Elsass-Lothringen'schen Bahnen vor drei Jahren noch weiter oben am Rhein bei Lauterburg aus Concurrenz-Rücksichten gegen die Pfälzische Bahn einen kleinen Hafen für die Rheinschiffahrt errichtet hatten, in dem Anfangs nur wenige Boote mit Kohle anlangten, die für die Elsass-Lothringen'schen Bahnen bestimmt waren. Nunmehr mehrt sich aber dort schon die Zahl der Boote, da sich auch die Rückfracht fand, und die Rheinbauleitung will nun diesen kleinen Hafen erweitern und erwartet eine recht flotte Zunahme des Wasserverkehrs daselbst.

In Maxau selbst wurde bei Regulirung des Rheins ein alter Arm als Hafen hergestellt. Karlsruhe ist keine Fabrikstadt, und doch kamen bald Kohlenschiffe, die heute fast ausschließlich Karlsruhe mit Kohlen versorgen. Ich sah ein eben angekommenes Boot mit 26.000 Z.-Ctr., ein anderes mit 21.000 Z.-Ctr. Ladung. Die Herstellung eines Schiffahrts-canales von Maxau nach Karlsruhe dürfte wahrscheinlich bald auf die Tagesordnung gesetzt werden.

Sehr interessant waren die Daten, die ich über die Neckarschiffahrt zu hören bekam, eine Schiffahrt, die im Jahre 1872 ins Leben gerufen wurde, kurz darauf eine böse Krisis durchmachte, da die Schiffahrtsverhältnisse die denkbar ungünstigsten waren, und ebenso bald wieder zur Blüthe kam, als man rasch entschlossen im Jahre 1877 eine Kette legte und die Kettenschleppschiffahrt einführte.

Der Neckar hat zwischen Heidelberg und Cannstadt ein gleiches Gefälle wie der Rhein zwischen Mannheim und Altbreisach (rund 0·4 m per km), weiter flussaufwärts und von Heidelberg bis Mannheim aber, ein wesentlich stärkeres Gefälle. Sein Lauf weist viele Stromschnellen auf. Die Tauchtiefe der Boote sinkt bis 47 cm. Er hat Krümmungen bis 140 m Radius. Trotz dieser ungünstigen Schiffahrtsverhältnisse befahren heute sieben Kettendampfer den Neckar, die 4605 Fahrzeuge, darunter 2614 beladene, mit nahezu drei Millionen Zoll-Centner Ladung, von Mannheim und den Zwischenstationen beförderten. Das Unternehmen der Schlepperei verzinst das Capital mit rund 4½%.

Der Hauptverdienst des Erfolges liegt dort in der stetig fortschreitenden Reform des Betriebes und dessen sehr guter Organisation, denn, wenn man die Verhältnisse am Neckar mit dem Erfolge seiner Schiffahrt zusammenhält, so muss man sich wohl fragen, wo ist dann noch ein halbwegs regulirter Fluss, auf dem man bei richtiger Betriebsweise nicht fahren könnte. Allerdings zählt der Neckar zu den bestregulirten Flüssen, und man hat es dort stets mit den gleichen, immer wiederkehrenden Wasserverhältnissen zu thun.

Dies das Resultat eines achtstündigen Aufenthaltes in Karlsruhe.

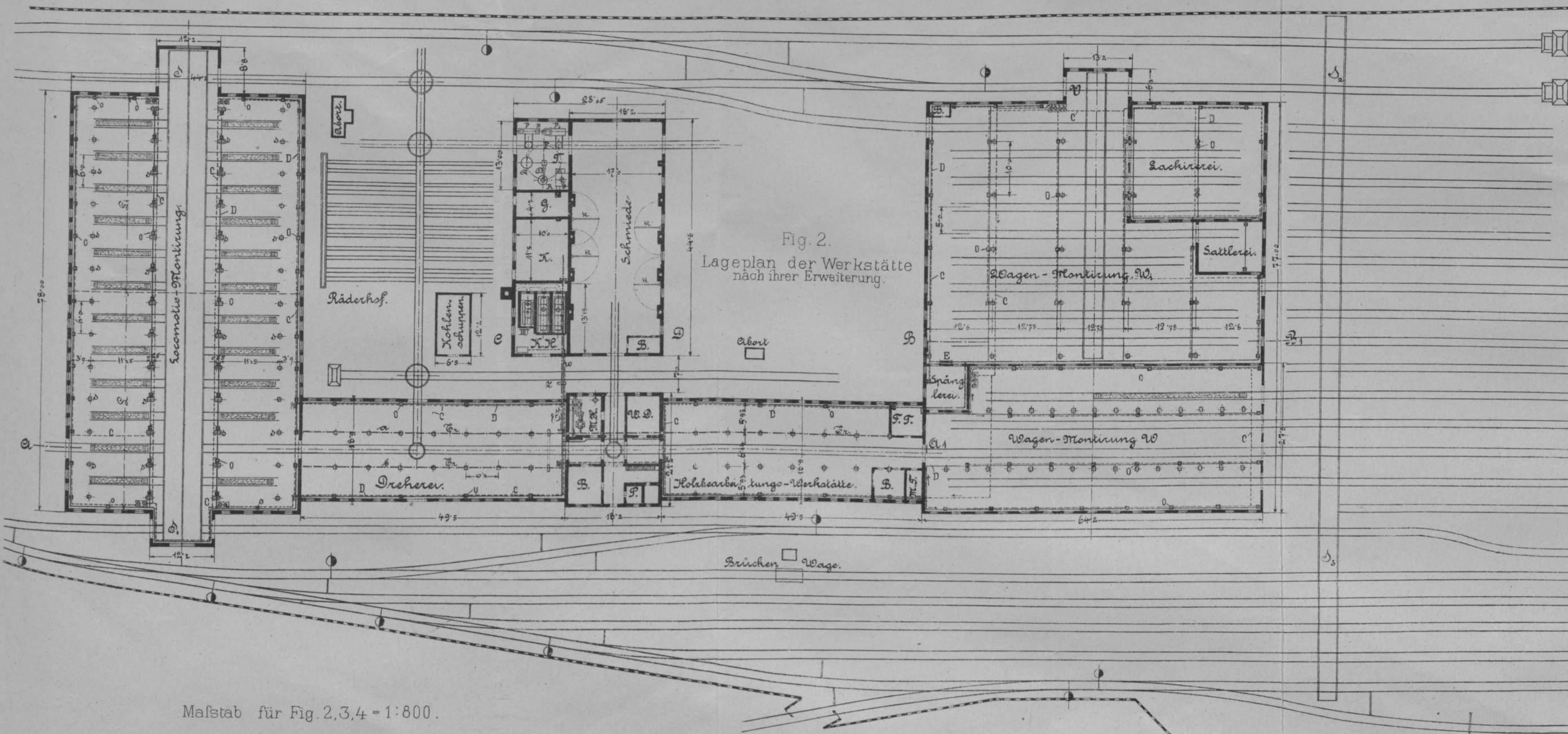
Professor A. Oelwein.

**INHALT.** Ueber die Werkstätten-Anlagen in Linz und Neu-Sandez der k. k. österr. Staatsbahnen. Von Julius Spitzner, Oberingenieur der k. k. österr. Staatsbahnen. (Schluss.) — Vermischtes. Miscellen vom Rhein. Von Prof. A. Oelwein.

Eigenthum und Verlag des Vereines. — Verantwortl. Redacteur: Paul Kortz, beh. aut. Civil-Ingenieur. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.



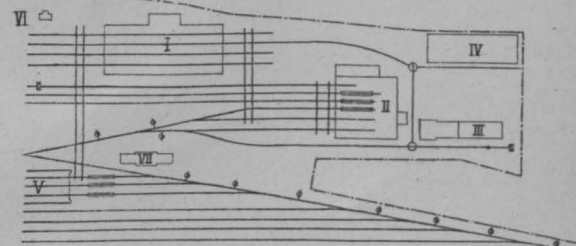
# WERKSTÄTTE DER K.K. ÖSTERR. STAATSBAHNEN IN NEU-SANDEZ.



- B. Bureau  
F.F. Fein-Fischlerei  
G. Gießerei  
K. Kupferschmiede  
K.H. Kesselhaus  
M.H. Maschinenhaus  
M.F. Modell-Fischlerei  
P. Portierhaus  
T. Tyroschmiede  
W.D. Werkzeug-Bendk  
Tr. Transmission

- O. Dampföfen  
D. Dampfleitung  
C. Condenswasserleitung  
E. Dampfvertheiler

Fig. 1.  
Werkstätte Neu-Sandez  
vor ihrer Erweiterung.



- I Wagenmontierung (erbaut im Jahre 1886)  
II Alte Werkstatt  
III Holzschuppen  
IV Materialmagazin  
V Heizhaus  
VI Abort  
VII Wasserstation

1:4000

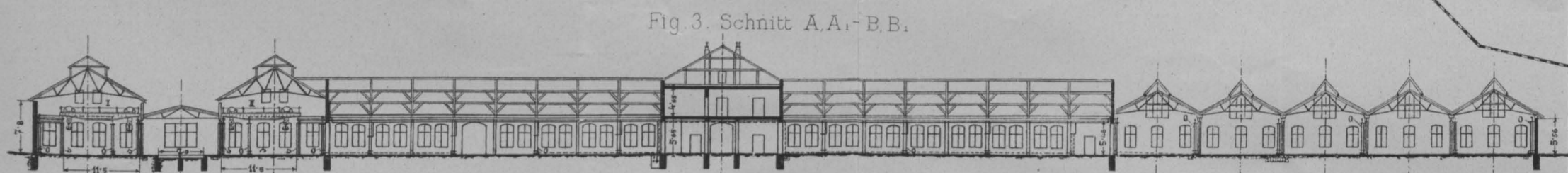


Fig. 3. Schnitt A.A.-B.B.

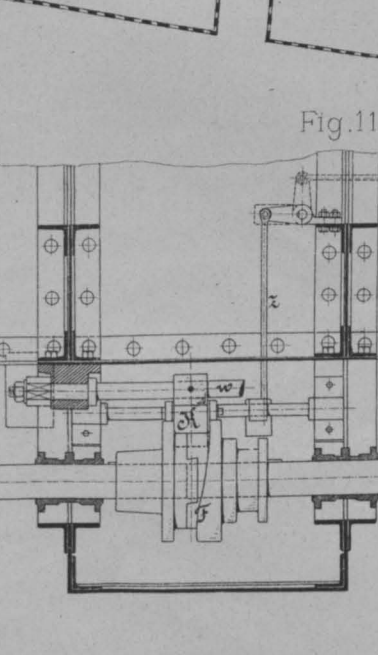
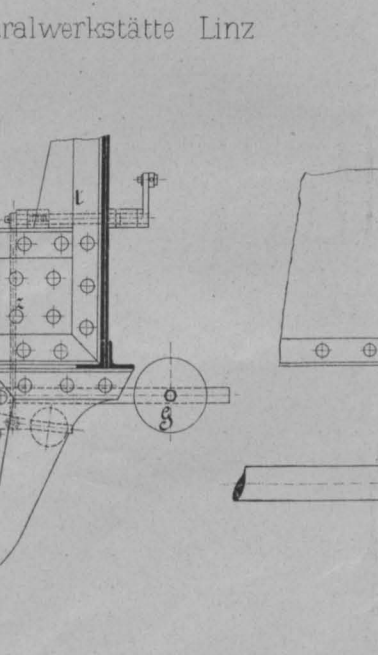
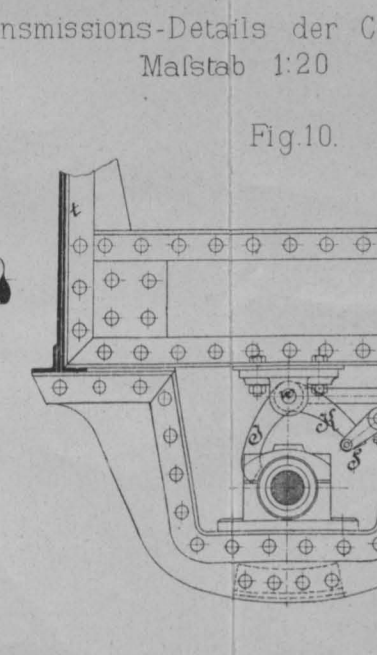
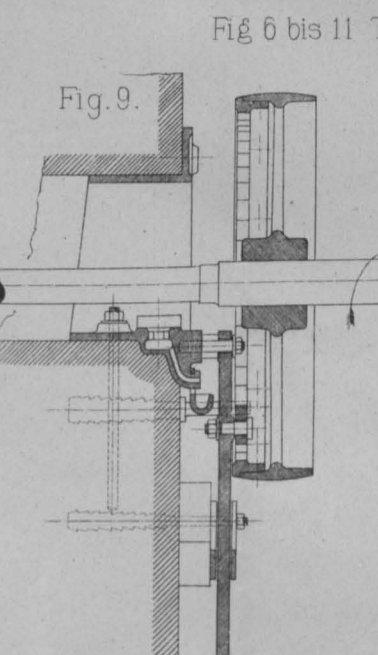
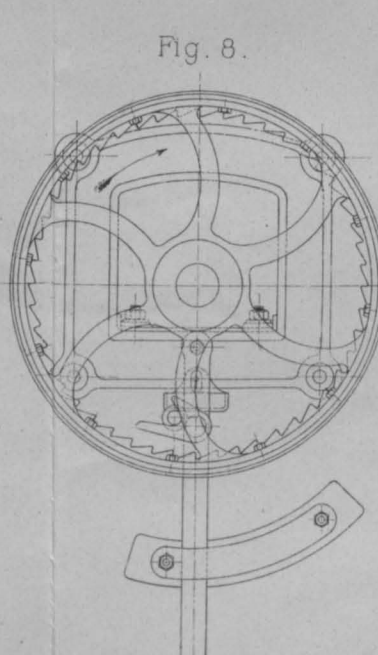
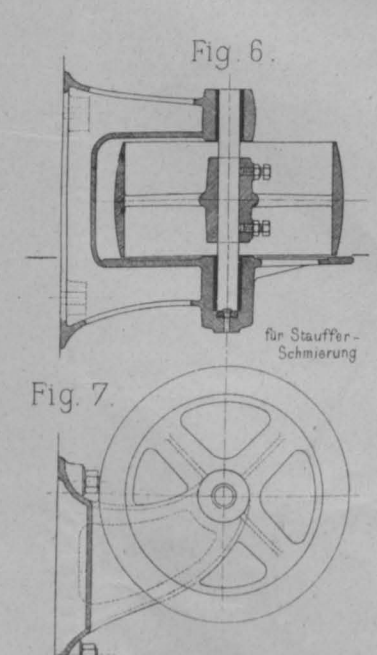
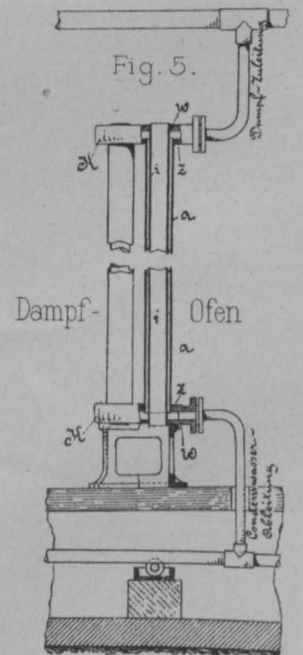
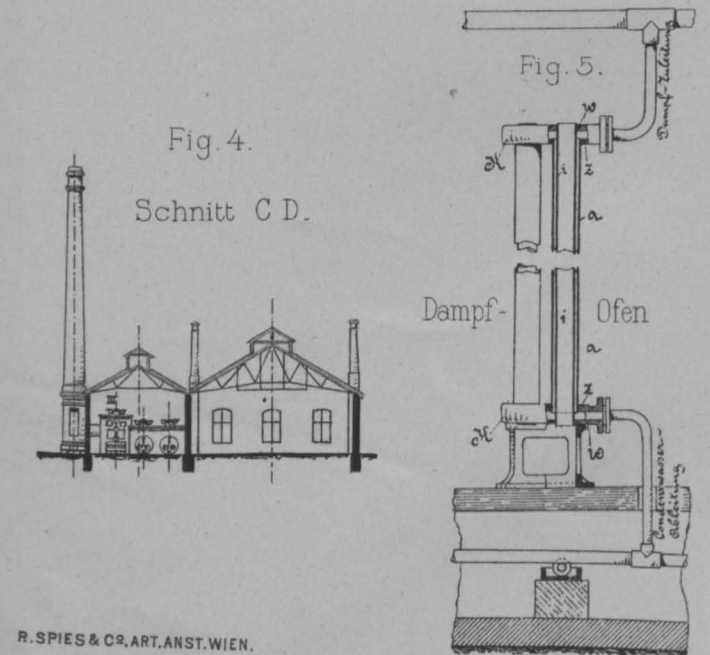
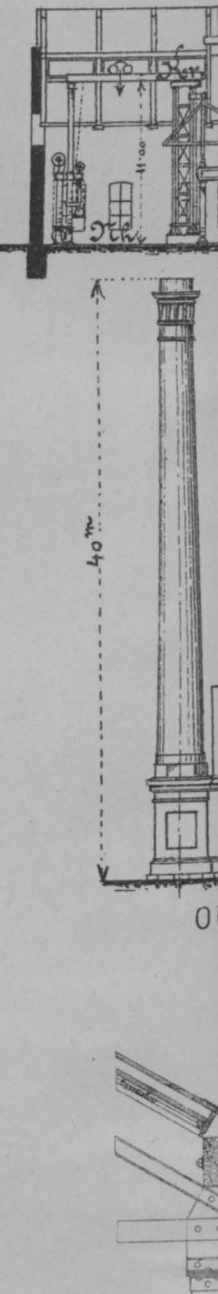


Fig 6 bis 11 Transmissions-Details der Centralwerkstätte Linz  
Maßstab 1:20



Fig. 4. 9



Objecte: XV

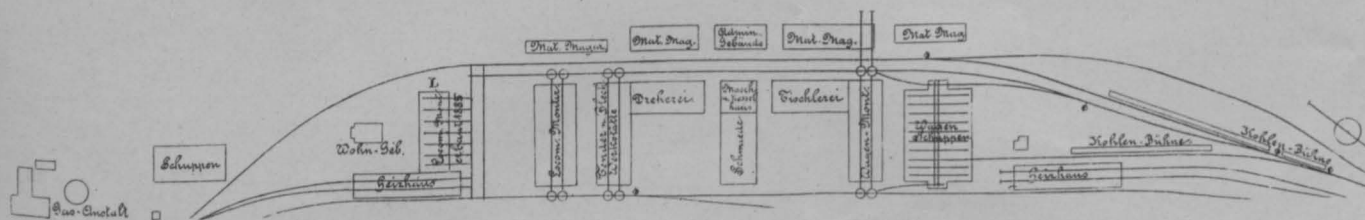
XVI

XV

XIX

D Betriebs-Dampfmaschine.  
H Heizerstand

T, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> Transmissionswellen.  
L Lösbare Kupplung.



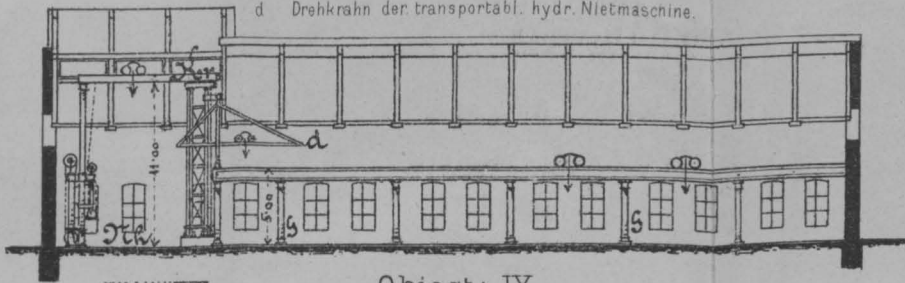
1:4000.



## IN LINZ.

Fig. 4. Schnitt GH durch die Kesselschmiede

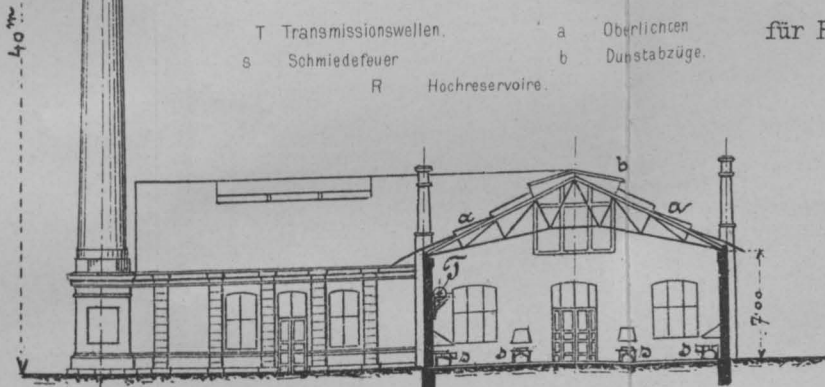
N.h. Fixe hydr. Nietmaschine  
K.r. Drehkrah für die fixe hydr. Nietmaschine  
d. Drehkrah der transportabl. hydr. Nietmaschine.



Object: IX

Fig. 7. Schnitt CD durch die Schmiede

T Transmissionswellen.  
s Schmiedefeuer  
R Hochreservoir.  
a Oberlichten  
b Dunstabzüge.



Objecte: XVI

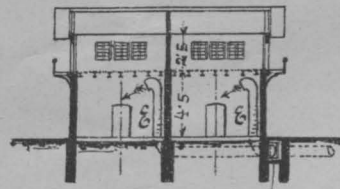
XV

Maßstab

für Fig. 3-8 1:500.

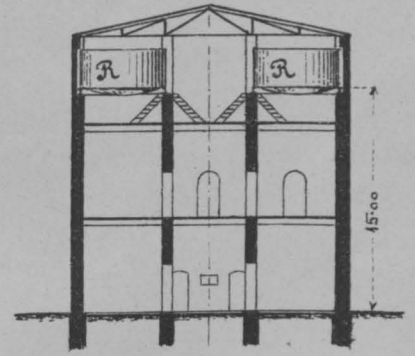
Fig. 5. Schnitt MN durch das Spähnehaus.

E Einblasrohre.  
s, Schieber.



Object: XXX

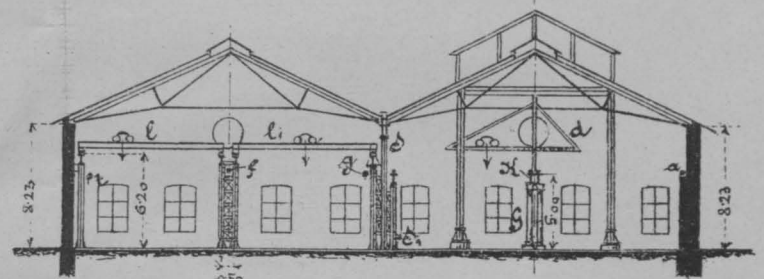
Fig. 6. Schnitt OP durch das bestandene adaptirte Kessel und Maschinenhaus



Object: III

Fig. 8. Schnitt EF durch Blechbearbeitungs Werkstätte und Kesselschmiede.

f.g Transmissionswellen.  
d Drehkrah der transportabl. hydr. Nietmaschine.  
L.L. Laufkrahne.



Object: XIII

IX

Details der Centralwerkstätte Linz

Fig. 9.

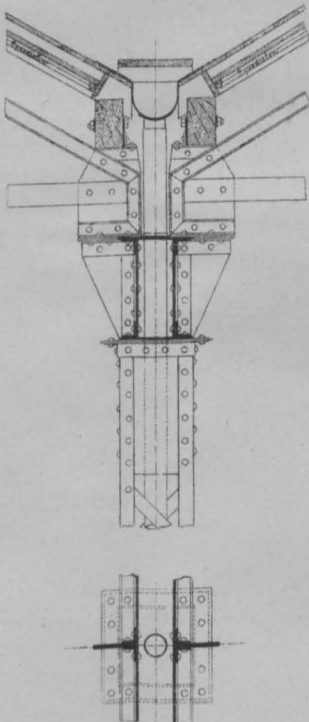


Fig. 10.

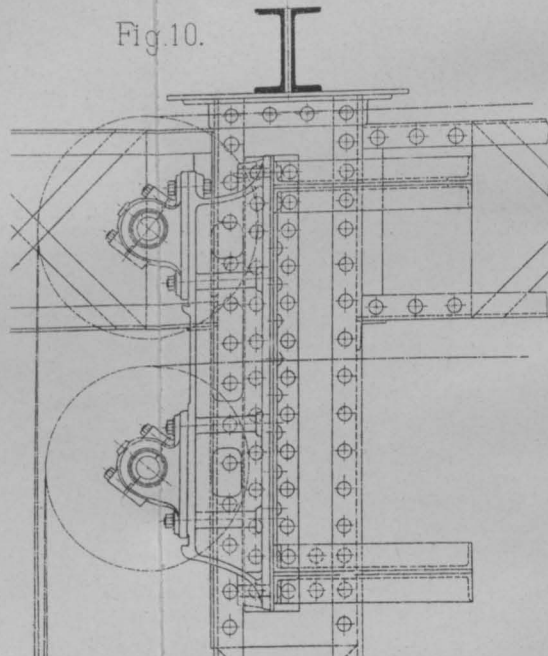


Fig. 12.

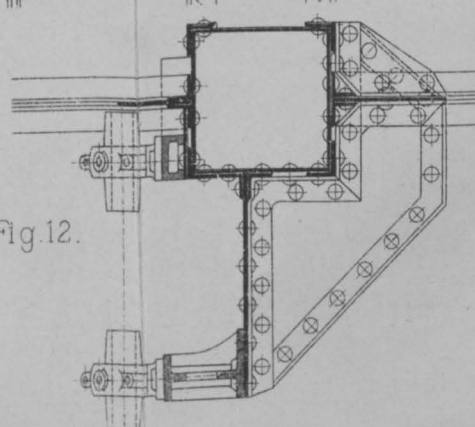
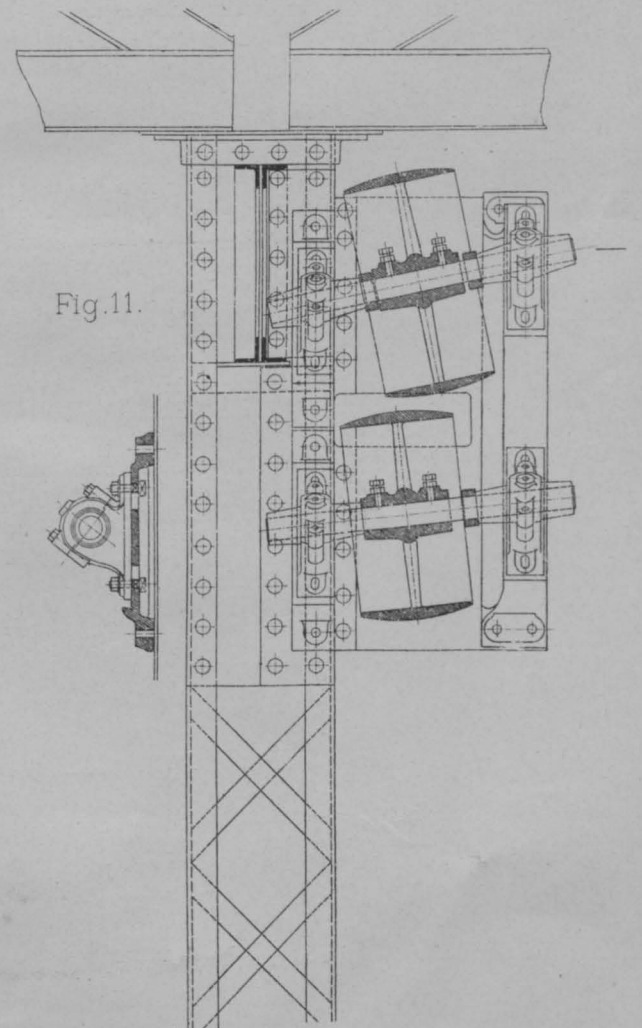


Fig. 11.



# ZEITSCHRIFT DES OESTERR. INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

XLIV. Jahrgang.

Wien, Freitag den 8. Juli 1892.

Nr. 28.

## Die Dampfmaschinen auf der Landesausstellung in Prag 1891.

Bericht von Ingenieur Ludwig Spängler.

(Hiezu Tafel XXXII.) — (Fortsetzung zu Nr. 24.)

### II. Pumpen und Wasserhaltungs-Maschinen.

Die bedeutenden Erfolge, welche der böhmische Maschinenbau mit den dieser Gruppe angehörigen Maschinen erzielte, sind nicht nur der mustergiltigen, zweckentsprechenden Ausführung, sondern auch mancher fortschrittlichen und grundlegenden Neuerung zu verdanken; hiedurch wurden die beim Betriebe alter Anlagen erkannten Mängel in der Wirkungsweise beseitigt, Verbesserungen in der Dampfausnutzung erreicht, sowie neue Constructionstypen und Systeme gewonnen. Ein wesentlicher Fortschritt gegenüber den älteren Pumpen wurde durch die Anwendung vollkommener Dampfmaschinen und einer besseren Detailconstruction der wichtigsten Maschinen- und Pumpentheile, sowie durch die Steigerung der Kolbengeschwindigkeit und Tourenzahl bei directer Kupplung zwischen Dampfkolben und Pumpenkolben erzielt; dabei erreichte man wohl bald die Grenze, über welche hinaus Pumpen mit selbstthätigen Ventilen nicht mehr angewendet werden konnten. Die in Kladno von Professor Riedler durchgeführten Versuche hatten die Einführung von gesteuerten Ventilen für den Bau von Pumpen, Gebläsemaschinen und Compressoren im Gefolge; diese ermöglichten eine Erhöhung der Umlaufzahl und Kolbengeschwindigkeit, sowie die Anwendung von kleineren Klappen und Ventilen bei gleichzeitig größerem Hub derselben. Bei Luftpumpen und Compressoren wird durch die geringe Dichte der Luft die Anwendung von gesteuerten Ventilen erschwert; hiefür greift man deshalb häufig zur Steuerung durch Flach- oder Corlisschieber. Die Schieber dienen dabei meist nur zur rechtzeitigen Eröffnung und Schließung der Saugcanäle, während die Drucköffnungen durch selbstthätige Ventile abgeschlossen werden. Den in den Luftpumpencylindern durch die schädlichen Räume hervorgerufenen Verlust sucht man durch eine vor gänzlicher Beendigung des Hubes hergestellte Verbindung der beiden Cylinderseiten, wodurch ein Druckausgleich erzielt wird, zu verringern.

Zu den wichtigsten Pumpen gehören die Wasserhaltungs-Maschinen der Bergwerke, welche die in den Schacht zusitzenden Wasser hoch zu fördern haben. Die Einführung der gesteuerten Ventile brachte die unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen zu großer Verbreitung; sie sind bei einer in weiten Grenzen veränderlichen Leistungsfähigkeit sehr billig in der Anlage, weil sie bei raschem Gange nur kleine Dimensionen bekommen; ihr Betrieb wird durch die meist angewendete mehrfache Expansion des Dampfes ein ökonomischer und der Verlust durch Condensation in der Dampfzuleitung ist bei guter, wärmedichter Umhüllung der letzteren nicht bedeutend; die Instandhaltung und Bedienung der Maschinen in den unterirdischen Aufstellungsorten veranlasst bei guter Ventilation des Raumes keine Anstände. Dagegen machen sich als Nachtheile geltend: 1. die Schwierigkeit der Wasserförderung beim Weitersteigen des Schachtes, weil dann die gesamte Wasserhaltungs-Maschine versetzt werden muss, und 2. die Möglichkeit, daß bei plötzlichem massenhaften Wasserzuströmen die Maschine ersäuft und ihre Thätigkeit ganz unterbrochen wird. Bei den oberirdischen Wasserhaltungs-Maschinen, wo die über Tag liegende Dampfmaschine mit der tief im Schachte liegenden Pumpe durch ein Gestänge verbunden ist, kann auch bei plötzlichem Wassereinsturze fortgearbeitet und einer weiteren Ueberschwemmung Einhalt gethan werden. Zu diesem nicht zu unterschätzenden Vortheile kommt noch die einfachere und leichtere Bedienung,

die kurze Dampfleitung und die Möglichkeit des Nachrückens der Pumpe bei tiefer werdendem Schachte. Eine ganz neue Richtung wurde mit den von Regnier entworfenen und nach dessen Tode unter Leitung des Professor R. Dörfel von der Firma Bolzano, Tedesco & Cie. mit großem Erfolge durchgeführten oberirdischen Compound-Wasserhaltungs-Maschinen betreten; es wurden damit so viele Vortheile errungen, daß nach Einführung dieses Systemes oberirdische Wasserhaltungs-Maschinen nach älteren Typen in Oesterreich überhaupt selten mehr gebaut werden.

Die Detailconstructionen der Pumpwerks-Maschinen sind zumeist ähnlich den bei Betriebsmaschinen gebräuchlichen; dabei sucht man nebst kräftiger Dimensionierung zugleich die möglichste Einfachheit und Solidität zu erreichen. Die Dampf-cylinder haben meist eine Expansionssteuerung, die theils von Hand, theils durch den Regulatorangriff verstellt werden kann; die Aufgabe des Regulators bei bestimmter Pumpenleistung ist es, durch Ausgleichung kleiner Schwankungen auf Constanterhaltung der Tourenzahl hinzuwirken; für Aenderung der quantitativen Leistung durch Verstellung der Tourenzahl muss der Regulator eine variable Hülsenbelastung erhalten, wodurch seine Energie beeinflusst wird. \*) Nachdem die Pumpenarbeit pro Hub unabhängig von der Tourenzahl immer dieselbe bleibt, so ist bei gegebenem und gleichbleibendem Dampfdrucke für jede Pumpenausführung nur eine ganz bestimmte Füllung im Dampf-cylinder, aber auch nur eine ganz bestimmte Tourenzahl zulässig; eine Verminderung dieser Tourenzahl setzt gleichzeitig eine Dampf-drosselung oder Druckverminderung voraus. Diese Umstände erschweren die Regulirung und üben auch eine Rückwirkung auf die Dampf-ökonomie aus. Ueber die Detailausführung der zur Ausstellung gebrachten Pumpen ist zu berichten:

#### A. Die Luftpumpen und Compressoren.

Die hieher gehörigen Maschinen finden zahlreiche Anwendungen in allen Industriezweigen; zu den besonderen Specialconstructionen sind die Gasverdichtungspumpen der Eis- oder Kaltdampf-Maschinen zu rechnen. Von diesen waren zwei Exemplare (nach System Linde) von den Firmen F. Ringhoffer und E. Skoda ausgestellt und diente die eine (von F. Ringhoffer) als Kühlmaschine für ein außerhalb der Maschinenhalle aufgestelltes Kühlhaus, während die zweite in der Maschinenhalle selbst für directe Erzeugung von Eis in Blöcken arbeitete.

Gebläsemaschinen waren keine vorhanden, dagegen einige Luftpumpen und Luftcompressoren, deren Hauptdimensionen in der nachstehenden Tabelle A enthalten sind.

Die kleine trockene Luftpumpen-Maschine der Ersten böhm.-mähr. Maschinenfabrik besitzt eine vom Regulator beeinflusste Ridersteuerung; der Luftpumpen-Cylinder sitzt direct in der Verlängerung des Dampf-cylinders und hat Schiebersteuerung mit Druckausgleich.

Die Maschinenbau-Actiengesellschaft vorm. Breitfeld, Daněk & Cie. hat eine trockene Luftpumpen-Maschine (System Elsner) ausgestellt, welche sowohl als Vacuumpumpe, als auch für niedere Pressungen zur Luftverdichtung dienen kann.

\*) Siehe einen Aufsatz von F. J. Weiß in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 35, S. 1065.



Tabelle A über Luftpumpen

F I R M A	T Y P E	D A M P F			
		Cylinder-Anordnung	Condens. oder Auspuff	Steuerung	Cylinder-Diameter
		—	—	—	mm
1	2	3	4	5	6
Erste böhm.-mähr. Maschinenfabrik Prag	Trockene Luftpumpen - Maschine	Eincylinder, liegend	Auspuff	Rider mit Regulator	400
Maschinenbau-Actiengesellschaft vormals Breitfeld, Daněk & Cie., Prag	Trockene Luftpumpen-Maschine, System Elsner	Eincylinder, liegend	Auspuff	3 Corliasschieber mit Regulator	500
	Trockener Luftcompressor, Patent Harraß	Eincylinder, liegend	Auspuff	Rider, von Hand stellbar	660
	Trockener Luftcompressor Patent Harraß, mit Transmissions-Antrieb	—	—	—	—

Tabelle B über Wasserhaltungs-

F I R M A	T Y P E	D A M P F - M A S C H I N E							
		Cylinder-Anordnung	Condensat. oder Auspuff	Steuerung		Cylinder			
				Hochdruck	Niederdruck	Diam.		Hub	
						Hochdruck	Niederdruck	Hochdruck	Niederdruck
1	2	3	4	5	6	mm	mm	mm	mm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bolzano, Tedesco & Cie. in Schlan	Wasserhaltungs-Maschine, System Regnier	Compound, beide stehend	Condensat.	Corliass-Regnier	Rund-schieber	650	800	770	1500
Maschinenbau-Actiengesellschaft vormals Breitfeld, Daněk & Cie., Prag	Unterirdische Wasserhalt.-Maschine, System Riedler	Compound, liegend	Condensat.	Rider m. Regulator	Rider	500	700	700	700
	Pumpwerks-Maschine, System Riedler	Zwilling, liegend	f. Condensat. vorges.	Kolben-Rider, event. mit Regulator	—	2 a/520	900	—	—
	Duplex - Dampfmaschine als unterird. Wasserh.-Masch.	Zwilling, liegend	Auspuff	Schieber	—	2 a/320	400	—	—
	Kessel-Speisepumpe, System Riedler	Eincylinder, liegend	Auspuff	Rider m. Regulator	—	200	300	—	—
	Kessel-Speisepumpe, System Girard	Eincylinder, liegend	Auspuff	Meyer	—	250	400	—	—

Der Dampfzylinder schließt sich an einen behufs Centrirung übergreifenden, bis zur Rundführung niedergeschraubten Balken an; die in einer Achse liegenden Kolbenstangen des Dampf- und Luftzylinders sind in einem Führungsschuh gekuppelt. Die Steuerung der Dampfmaschine erfolgt durch drei Corliasschieber; der mittlere, tiefliegende Expansionsschieber wird durch eine mit Regulatoreinwirkung ausgestattete Couliassensteuerung bethätigt, und besorgt den rechtzeitigen Dampfabschluss bei vorzeitiger Oeffnung; der Ein- und Austritt des Dampfes wird durch die seitwärts unten angebrachten, direct betriebenen Corliasschieber bewirkt. Die Verstellung des Expansionsschiebers ist daher weder auf die Voreröffnung, noch auf die Compression von Einfluss; letzteres ist aus dem Grunde nothwendig, weil Maschinen dieser Art für hohe Hinter-Dampfspannung, wie sie in Zuckerfabriken üblich ist, gebaut werden und bei Verkleinerung der Expansion keine Vergrößerung der Compression eintreten darf. Der Luftpumpen-Cylinder (Patent Harrass) hat einen gesteuerten, tiefliegenden Corliasschieber, welcher die Ansaugung öffnet und in der Todtlage der Kurbel die schädlichen Räume an den Cylindern verbindet, wodurch ein höheres Vacuum erzielt wird. In die Druckcanäle tritt die Luft durch Doppelsitz-Ventile ein; der Dampfzylinder ist gemantelt, der Luftzylinder besitzt Deckelkühlung und kann auch Wassereinspritzung erhalten; für die Schmierung beider Cylinder dient eine Oelpumpe. Nach dem Patente Harrass war von dieser Firma auch ein kleiner Compressor mit Transmissionsantrieb und ein direct wirkender

Luftcompressor für höheren Druck ausgestellt, bei welchem an die normale Eincylinder-Dampfmaschine mit von Hand stellbarer Ridersteuerung sich der Compressor mit hochliegendem Corliass-Saugsschieber und Druckventilen anschließt.

#### B. Wasserhaltungs-Maschinen und Wasserpumpen.

Die Tabelle B gibt die der Berichterstattung zugänglichen Hauptabmessungen und Daten der nachstehend beschriebenen, auf der Prager Landesausstellung vertretenen Maschinen dieser Gruppe an.

Oberirdische Wasserhaltungs-Maschine (System Regnier) von Bolzano, Tedesco & Cie. in Schlan.

(Fig. 7 auf Taf. XXIX und Fig. 8—9 auf Taf. XXXII.)

Die Schwierigkeiten, welche sich beim Betriebe oberirdischer Wasserhaltungs-Maschinen ergeben, beruhen hauptsächlich in der Bedingung, die Leistung der Pumpen den verschiedenen Wasserquantitäten anzupassen und dabei einen continuirlichen Gang der Maschine zu ermöglichen, weil dieser für einen geordneten ökonomischen Betrieb unerlässlich ist. Die Differenzen in den Wassermengen sind oft sehr bedeutende, weshalb die Hubzahl der Pumpen in weiten Grenzen schwanken muss; nachdem die Kolbengeschwindigkeit klein, der Hub dagegen ziemlich groß wird, so kommt man hiebei zu einem Minimum der Tourenzahl, welche bei den ersten Ausführungen des vorliegenden Maschinen-

## und Compressoren.

M A S C H I N E			P U M P E						
Hub	Tourenzah per Minute	Kolbenge- schwindigkeit per Secunde	Leistung per Stunde	System	Cylinder- Diameter	Hub	Kolbenge- schwindigkeit per Secunde	Ventile	Drücke
mm	—	m	m <sup>3</sup>	—	mm	mm	m	—	cm
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
650	50—60	1.1—1.3	—	eigene Firma	680	650	1.1—1.3	Schieber- Druckausgleich	—
800	60—65	1.6—1.73	2170—2380	Pat. Harraß	700	800	1.6—1.73	Saugzieher, Corliss. Druckventil	62—65 Luft- leere
900	66	1.98	1800	Pat. Harraß	600	900	1.98	Saugzieher, Corliss. Druckventil	—
—	—	—	78	Pat. Harraß	200	240	—	Saugzieher	—

## Maschinen und Pumpen.

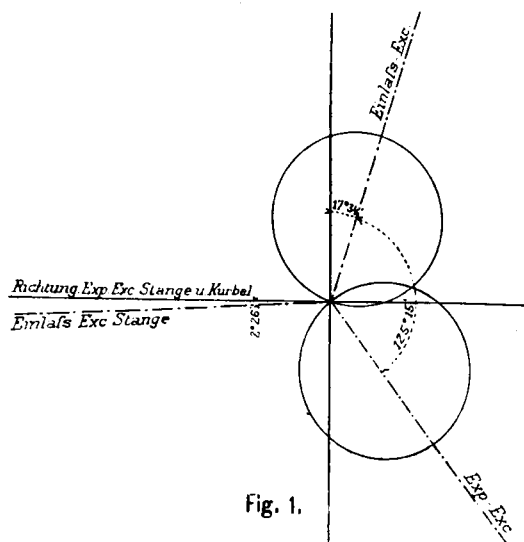
		P U M P E								
Touren- zahl pro Minute	Kolben- geschwin- digkeit per Sec.	Leistung pro Minute	Ankupplung	System	Cylinder-		Kolben- geschwindig- keit per Sekunde	Kolbensystem	Ventilsystem	Förderhöhe oder Pressung
					Durchmesser	Hub				
—	m	m <sup>3</sup>	—	—	mm	mm	m	—	—	m
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
2½—15	H.-D. 0.385 N.-D. 0.75	—	an Balancier	Rittingersatz	—	1250	0.104—0.625	—	Etagenventile mit Lederlinderung	—
80 max.	1.87 max.	1—3	direct	Riedler	Differenz. Kolben 134/190	700	1.87	Plunger	Metall auf Metall	315
50—75	1.5—2.25	12—15	direct	Riedler	280	900	1.5—2.25	2×2 Plunger	Metall auf Metall	50—60
40—60	0.53—0.7	2.5	direct	Art Worthington	2 a/230 doppelwirk.	400	0.53—0.7	Kolben	—	60
60—95	0.6—0.95	—	direct	Riedler	Differenz. 76—108	300	0.6—0.95	Plunger	Metall auf Metall	10 Atm.
45	0.6	—	direct	Girard	145	400	0.6	Plunger	—	8 Atm.

systemes manche Schwierigkeit bereitete. Durch zweckdienliche Cylinderanordnung und entsprechende Dampfvertheilung konnten die Anforderungen, bei continuirlicher Rotation und mäßigem Schwungrad-Gewichte sehr niedere Tourenzahlen (Minim. 1 1/2 per Min.) einzuhalten, erfüllt werden. Zu den Vortheilen dieser oberirdischen Wasserhaltungs-Maschinen (System Regnier) gehört die außerordentlich einfache Steuerung, welche die Bedienung ungemein erleichtert und eine vortheilhafte Dampfausnutzung in den beiden, zu Compoundwirkung vereinigten Cylindern gestattet. Ihre Anordnung ist nicht bei allen Ausführungen dieselbe. Die Hochdruckseite wird entweder als stehende Maschine, wie im vorliegenden Falle, meistens aber als liegende Maschine ausgeführt, während der Niederdruckcylinder immer nach der gezeichneten Art an den tiefliegenden Balancier angreift; dieser ist außerdem an einem Ende mit dem Pumpengestänge, am anderen aber durch eine Pleyelstange mit der solid gelagerten Kurbelwelle, an welcher andererseits die Hochdruck-Maschine wirkt, verbunden. Der reducirte Kurbelwinkel zwischen Hoch- und Niederdruckseite beträgt circa 110°; die Maschine ist mit einem Receiver ausgestattet. Durch ein Frischventil kann dem Niederdruckcylinder directer Dampf zugeführt werden, wodurch die Maschine in jeder Lage sicher angeht. Die mit den Maschinen verbundenen Pumpen sind meist Rittinger-Sätze und haben Etagenventile mit Hartgummi- oder Leder-Liderung.

Die constructive Durchbildung der nicht im Betriebe befindlichen Ausstellungs-Maschine ist, trotz ausreichender Stärke

der Dimensionen, dennoch eine überaus elegante und sehr gelungene. Der tiefliegende, kräftig gebaute Balancier verlangt eine sehr solide Lagerung und starke Fundamente, während sonst die Aufstellung der Maschine sehr einfach ist; die gute Lagerung der Niederdruckseite wird durch einen großen Gussrahmen, welcher mit dem Kurbellager aus einem Stücke besteht, ermöglicht. Die Maschine trägt eine zweckmäßig angeordnete Gallerie und ist in allen Theilen bequem zugänglich; die Hochdruckseite ist eine normale, stehende Maschine, von deren Kreuzkopf der Antrieb der Condensations-Luftpumpe erfolgt. Der Dampf gelangt aus dem Hochdruckcylinder durch einen hochliegenden, wegen des Anlaufens mit der Niederdruckseite verhältnismäßig kleinen Receiver in den Niederdruckcylinder und dann in den Condensator. Receiver und Cylinder (Mantel und Deckel) sind mit frischem Dampf geheizt, wobei für die Abfuhr des Condenswassers bestens gesorgt wird. Die Steuerung des Niederdruckcylinders ist eine einfache zwangsläufige Corlisssteuerung, die durch ein variables Excenter für eine Füllung zwischen 50% und 85% einstellbar ist; sie beträgt meist 70%, um eben bei jeder Stellung Dampf geben zu können. Am Hochdruckcylinder ist eine Präcisions-Corlisssteuerung nach Regnier für alle Füllungsgrade von Null bis Vollfüllung (95%) vorhanden. Die Construction der Steuerung (einer anderen Ausführung entnommen) ist aus Fig. 7 auf Taf. XXIX ersichtlich, während die umstehende Textfigur 1 die gebräuchlichen Aufkeilwinkel angibt. Vom Einlassexcenter aus erfolgt die Bewegung des ankerförmig ausgebildeten activen Mitnehmers an

seinem Aufhängepunkte, während an dem langen Arme die Schieberstange des Expansions-Excenters angreift. In Folge dieser beiden Bewegungen beschreibt der active Mitnehmer die gezeichneten Curven, in deren aufsteigenden Aesten die Auslösung des passiven Mitnehmers, der dann durch Luftpuffer zurückgeschneilt wird,



erfolgt. Je nach der Lage des durch ein Handrad verstellbaren Aufhängepunktes des activen Mitnehmers geschieht die Auslösung früher oder später, wodurch verschiedene Füllungen eingestellt werden können; auch ein Rückdrehen der Maschine ist ohne Schaden möglich. Die hier angewendete Corlisssteuerung gibt sehr große Dampfcanäle und kleine schädliche Räume.

Die Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse, sowie des Umstandes, daß durch diese Construction nur kleine Reibungsverluste entstehen, macht den geringen Dampfverbrauch (10—12 Kg pro HP ind.) der in Rede stehenden Maschinen und den hohen Wirkungsgrad derselben (85—89% incl. Pumpe) vollkommen erklärlich.

Unterirdische Compound-Wasserhaltungs-  
Maschine der Maschinenbau-Actiengesellschaft  
vormals Breitfeld, Daněk & Cie. in Prag.

Diese Maschine gibt den Typus der modernen unterirdischen Wasserhaltungs-Maschinen, welche mit oder ohne gesteuerte Ventile vielfache Verbreitung gefunden haben. Behufs leichter Einbringung und Montage im Schachte wurden die größeren Gussstücke, wie beispielsweise die Führungen, Grundplatten und das Schwungrad aus mehreren Theilen zusammengesetzt, deren Verbindung durch Schrauben und Schrumpfringe dann an Ort und Stelle erfolgt. Die Construction der nicht im Gange befindlichen Maschine ist in allen Theilen äußerst kräftig gehalten. Die Compound-Dampfmaschine mit einem Kurbelwinkel von  $90^{\circ}$  und hochliegendem Receiver, hat an beiden Cylindern eine Rider-Expansionssteuerung, die am Hochdruckcylinder durch einen Regulator, am Niederdruckcylinder von Hand stellbar ist. Cylinder und Receiver haben Dampfheizung und sind mit walzblankem Bleche verschalt. In der Verlängerung der Dampfeylinder sitzen mit diesen auf gemeinsamer Grundplatte die Pumpencylinder, von denen in der Regel nur einer im Betriebe sein soll; die Dampfeylinder können sich frei ausdehnen, da die Pumpencylinder separat festgekeilt und durch Schrauben mit der Rundführung verbunden sind. Die Kupplung zwischen Dampfeylinder und Pumpenkolben erfolgt durch Führungsstücke mittelst eines zweitheiligen Ringes; das An- und Abkuppeln kann rasch vor sich gehen. Jede Pumpe besteht aus einem festgekeilten, als Ventilkasten ausgebildeten Mittelstücke, welches das Saug- und Druckventil enthält; die Steuerung dieser Ringventile erfolgt nach System Riedler mittelst Druckdaumen, die ihre Bewegung von einer Scheibe ableiten, welche von der Vertheil-Schieberstange der Dampfmaschine aus angetrieben wird. Beiderseits an das Mittelstück schließen sich die Cylinder an, in welche die zwei Tauchkolben jeder Pumpe eindringen, die

außerhalb derselben durch zwei an den Kolbenquerstücken befestigte Stangen verbunden sind; das hintere Querstück dient als Führung. Bemerkenswerth ist die Construction der Pumpenstopfbüchsen, welche durch Anwendung eines Gewindes mit Gegenmutter stets centrisch angezogen werden müssen. Durch die Anordnung der zwei Tauchkolben mit verschiedenen Durchmessern wirken die Pumpen einfach saugend und doppelt drückend. Auf den Mittelstücken sitzt je ein Windkessel; in das Druckrohr der Pumpen sind selbstthätige Rückschlagventile (die auch fest niedergeschraubt werden können) eingeschaltet, damit beim Oeffnen des Ventilkastens das Steigrohr nicht entleert zu werden braucht und im Windkessel die Luftfüllung erhalten bleibt. Bei der Anwendung dieser Wasserhaltungs-Maschine werden an jeder Maschinenseite durch Winkelhebel je eine Luftpumpe betrieben, welche aus dem Sumpf der Wasserhaltung das Wasser entnimmt und in einen zwischen den Fundamenten liegenden Hilfssumpf hebt, aus welchem dann erst die Druckpumpen ansaugen.

**Zwillings-Wasserhebmachine der Maschinenbau-  
Actiengesellschaft vorm. Breitfeld, Daněk & Cie.  
in Prag.**

(Fig. 10 bis 15 auf Taf. XXXII.)

Die Dimensionen und die Leistungsfähigkeit dieser zum Betriebe der Fontaine lumineuse verwendeten Pumpe sind aus der Tabelle B, die Construction aus der Tafel ersichtlich. Die Dampfmaschine ist bei 90° Kurbelwinkel als normale Zwillingmaschine mit Kolben-Riderschieber (der durch einen Regulator beeinflusst werden kann) ausgeführt; die Kolben-Lauffläche des Cylinders ist centrisc eingesezt, wodurch ein Dampfman tel gebildet wird; der gusseiserne Grundschieber ist behufs gleichmäßiger Abnützung seines Spiegels durch einen Schuh der Höhe nach stellbar und wird von einer fixen Feder an die Lauffläche angedrückt; in ihm bewegt sich der Rider-Kolbenschieber. Die Schieberstangen sind durchgehend und laufen in separat eingesezten Büchsen. Der mit einem weitausragenden Kurbellager ein Stück bildende Balken ist bis zur Rundführung niedergeschraubt; diese ist mit dem Dampfeylinder und einer Grundplatte, auf welcher sich der letztere gleitend bewegen kann, durch Schrauben verbunden; eine kräftige, über dem Dampfeylinder liegende Stange verbindet die Führung mit dem Pumpenkörper, der auf der vorerwähnten Grundplatte festsizt; die beim Kreuzkopf gegabelte Pleyelstange mit geschlossenem Kurbelzapfenkopf hat eine correcte Nachstellung, für welche auch bei allen anderen Zapfen bestens gesorgt ist. Die durchgehende Kolbenstange der Dampfmaschine ist in einem nachstellbaren Führungsschuh (Fig. 10, 11 und 14) mit der Kolbenstange des Pumpenplungers verbunden, welcher auch noch eine rückwärtige Kolbenstangenführung hat. In Folge der getroffenen Pumpenanordnung (Fig. 11) ist jede Pumpe doppeltwirkend, weshalb auch vier Ventile (mit Steuerung nach System Riedler) vorhanden sind. Die zwei großen Plungerstopfbüchsen in separaten langen Einsäzen sind unter Wasser, so daß ein Luftsaugen vermieden wird. Die Steuerung der Ventile erfolgt von einer Corlisscheibe, welche von der Vertheilschieberstange der Dampfmaschine ihre Bewegung erhält; die kleinen, durch Staufferbüchsen schmierbaren Zäpfchen werden von nachstellbaren Köpfen umschlossen; auch die Stangen sind der Länge nach einstellbar. Die Steuerwellen laufen in langen Lagern, welche den einseitigen Angriff unschädlich machen; die doppelten, gut centrisc geführten Ringventile aus Metall dichten auf Metalleinsäzen des Ventilgehäuses; die Steuerung, welche aus Fig. 10, 11 und 15 deutlich ersichtlich ist, erfolgt bekanntlich so, daß nur die Ventilschlussbewegung durch die Steuerdaumen eingeleitet wird. Es geschieht dies hier unter Zwischenschaltung von Kautschukbuffern, welche den Ventilgang zu einem geräuschlosen und weichen gestalten, und das Niederdrücken bis unmittelbar auf den ebenen, äußerst schmalen Sitz, sowie auch eine federnde Anpressung ermöglichen. Der Ventilhub erfolgt selbstthätig und wegen der kleinen Sitzflächen ohne bedeutenden Ueberdruck. Die Grundplatte unter den Pumpen ist zu einem Saugwindkessel ausgebildet, welchem das Wasser durch ein am Ende gegabeltes Rohr aus dem Hauptsaugwindkessel zuströmt. Ein hoher

genieteter Blechcylinder, welcher der Höhe nach getheilt ist, dient in seinem oberen Theile als Druck-, im unteren Theile als Saugwindkessel. In der Druckleitung befindet sich überdies oberhalb der Ventilsitze je ein kleiner schmiedeiserner Druckwindkessel, während die Ausgussrohre, durch Krümmer vereinigt, zum gemeinsamen Druckwindkessel führen. Wasserstände, Manometer, sowie Luftfüll- und Entleerungshähne an den Windkesseln, Schnüffelventile und Ausgussshähne an den Pumpen vervollständigen die Ausrüstung. In die Druckleitung ist ein Sicherheitsventil eingeschaltet, welches eine Hilfsöffnung in die Saugleitung freigeben kann. Die Pumpe zeigte selbst bei 90 Touren per Minute ( $2.7\text{ m}$  Kolbengeschwindigkeit per Secunde) noch immer einen ruhigen Gang, welcher Umstand nicht allein den gesteuerten Ventilen, sondern auch der vorzüglichen, in allen Theilen durchaus entsprechenden Construction und Ausführung zu danken ist; die Bedienung kann leicht und sehr sicher erfolgen.

Duplex-Dampfpumpe von der Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Breitfeld, Daněk & Cie. in Prag.

Dieselbe soll als unterirdische Wasserhaltungs-Maschine dienen; sie ist nach Art der bekannten Worthington-Doppelpumpen erbaut; je ein Dampf- und Pumpencylinder sind direct gekuppelt. Von dem Kolbenstangen-Kupplungstheile der einen Maschinenhälfte wird die Schieberstange der anderen bewegt, wobei die Anordnung derart getroffen wurde, daß die beiden Cylinder je um einen halben Hub in der Stellung alterniren. Das Anlassen der Maschine ist daher in jeder Stellung und ohne Zuhilfenahme eines Schwungrads möglich. Die Maschine arbeitet mit Muschelschieber und Vollfüllung in den Dampfeylindern, und ist als Aushilfsmaschine (z. B. zum Schachtabteufen) gut verwendbar.

#### Kessel-Speisepumpen.

Die Speisung der Dampfkessel im Kesselhause besorgten zwei von der Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Breitfeld, Daněk & Cie. gelieferte Pumpen, deren Daten in der Tabelle B enthalten sind. Eine dieser Speisepumpen hat gesteuerte Ventile (nach Patent Riedler) und besteht aus einer normalen, eincylindrigen Dampfmaschine mit Ridersteuerung, die von einem für verschiedene Tourenzahlen einstellbaren Regulator beeinflusst wird. Mit dem

Maschinenframe verbunden ist die Grundplatte der Pumpe, deren Plunger direct an die Verlängerung der Dampfmaschinenkolbenstange angekuppelt ist. Die aus der Textfigur 2 ersichtliche Anordnung der Pumpe ergibt mit ihrem, durch Verstärkung der Kolbenstange gebildeten Differentialplunger eine gleichmäßige Bewegung der Wassermasse (einfach saugend und

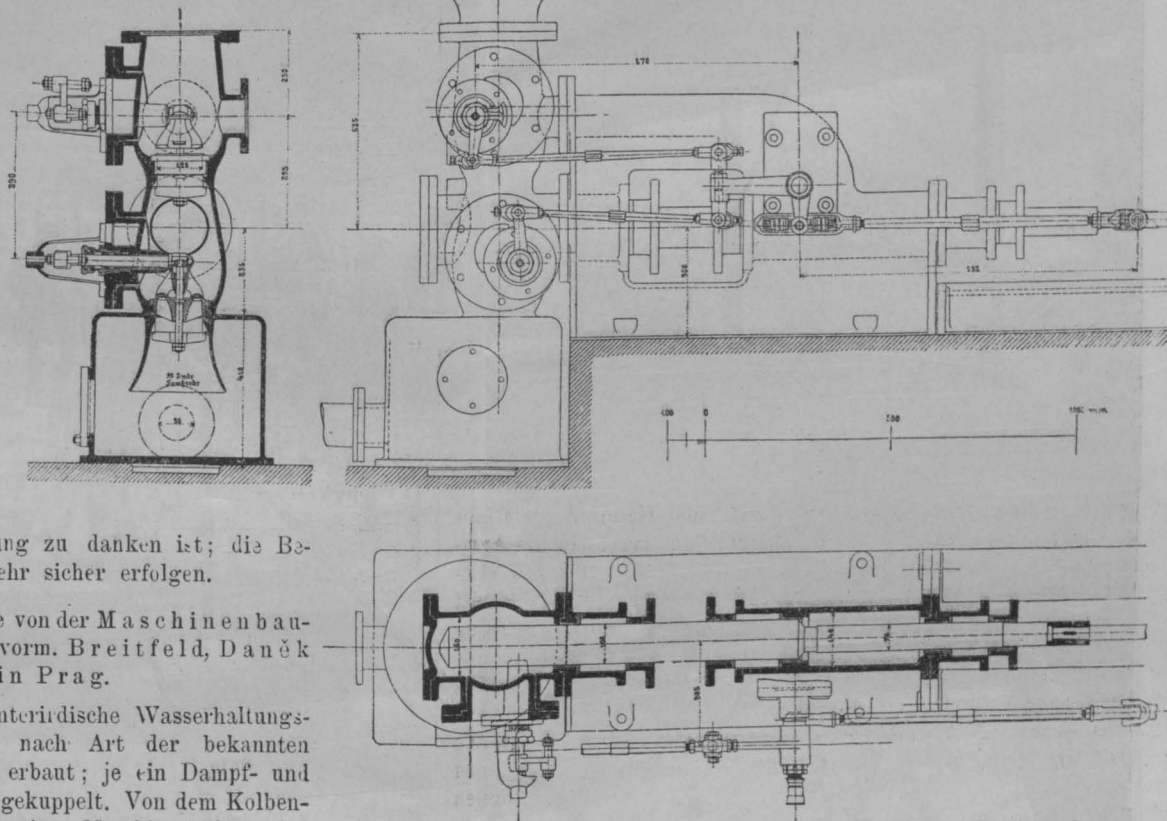


Fig. 2. Kesselpumpe mit gesteuerten Ventilen (System Riedler).

doppeldrückend) bei verhältnismäßig kleiner Länge, nur zwei Ventilen und drei Stopfbüchsen. Die Doppelringventile arbeiten Metall auf Metall; die Steuerung derselben erfolgt vom Vertheilexcenter aus, und ihre directe Beeinflussung geschieht durch Daumen, welche eine lange Lagerung besitzen. Die sämtlichen Hebel und Stangen der äußeren Steuerung sind der Länge nach einstellbar; die Pumpe arbeitete auch bei hohen Tourenzahlen vollkommen zufriedenstellend.

Die zweite Dampfspeisepumpe, deren Verhältnisse ebenfalls aus der schon erwähnten Tabelle zu ersehen sind, war nach System Girard doppelwirkend gebaut, mit einer eincylindrigen normalen Dampfmaschine (mit Meyersteuerung) direct verbunden und in ihrer Ausführung ebenso tadellos, wie die vorbeschriebene.

(Fortsetzung folgt.)

### Die Stufen-Bahn mit verschiedener Geschwindigkeit.

Die Idee zu diesem neuen Transportmittel, kurzweg auch Gehbahn genannt, rührt vom Ingenieur Max E. Schmidt her. Das zu Grunde liegende Princip ist schon in der Wochenschr. 1891, Seite 156 geschildert worden. Das uns vorliegende, für die praktische Ausführung ausgearbeitete Project ist in den Vereinigten Staaten durch ein Patent geschützt; eine eingehende Beschreibung desselben ist in einer englischen Flugschrift enthalten, aus welcher Folgendes hervorgehoben sei.

Es handelt sich um eine Bahn ohne Ende, die aus mehreren unabhängigen einzelnen Streifen besteht; zunächst aus einem festen Perron, dann einer Bahn mit  $4-5\text{ km}$  Geschwindigkeit in der Stunde, hierauf einer Bahn mit doppelt so großer Geschwindigkeit, dann einer mit dreifacher u. s. f., endlich dem eigentlichen „Zug“, einer mit Bänken ausgestatteten Bahn. Fig. 1 veran-

schaulich das Princip. Die Geschwindigkeit der ersten Bahn, sowie der Unterschied zu jeder weiteren, entspricht der Ge-

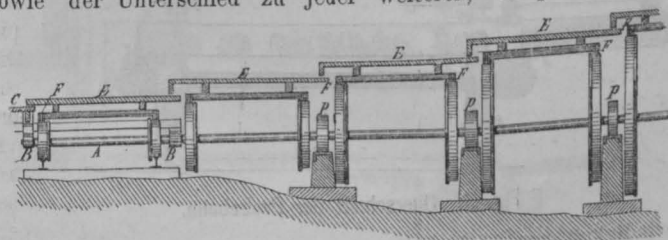


Fig. 1. Allgemeine principielle Anordnung.

schwindigkeit eines Fußgängers, das ist  $90-112$  Schritten in der Minute ( $4-5\text{ km}$  per Stunde). Doch sollen in der unten er-





Fig. 2. Ansicht der ausgeführten Probestrecke.

wählten Versuchsbahn selbst bei einer Geschwindigkeit von 14,5 km per Stunde annehmbare Resultate erzielt worden sein. Wenn man zum Vergleich eine Kabelbahn betrachtet, die sich mit einer Ge-

bahn beträgt die Durchschnittsgeschwindigkeit 20 km, entspricht also der vierten Bahn. Je dichter der Verkehr, insbesondere bei kurzen Strecken, wird, umso störender und häufiger werden die Aufenthalte, umso vorteilhafter fällt also der Vergleich zwischen den verschiedenen Transportarten zu Gunsten der neu vorgeschlagenen aus, besonders bezüglich der Capacität und in Bezug auf die Betriebsauslagen, also auf die Billigkeit des Motors und

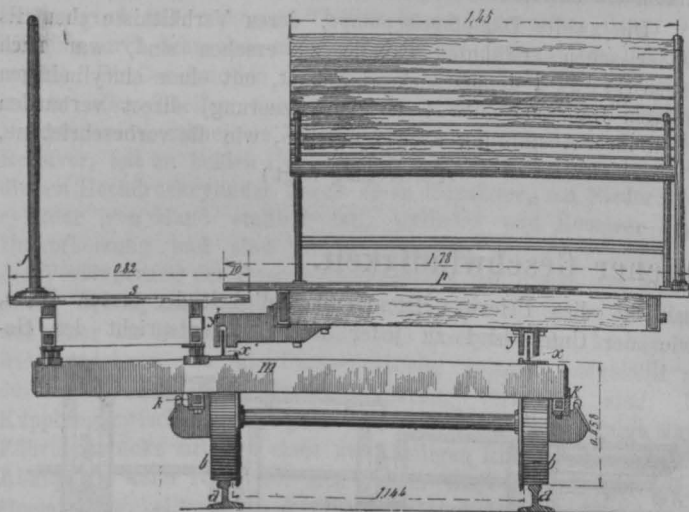


Fig. 3. Querschnitt der Probefahrbahn.

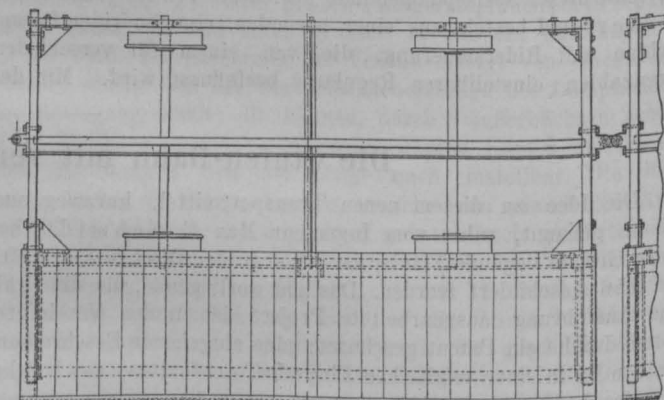


Fig. 4. Grundriss eines Wagens der Probefahrbahn.

schwindigkeit von 15 km bewegt, so ist zu beachten, daß diese Geschwindigkeit durch häufiges Bremsen, Verlangsamen und Anhalten auf circa 10 km im Durchschnitt herabsinkt, also dem der zweiten Bahn des Projectes entsprechen würde; bei einer Stadt-

der Ueberwachung. Das neue Verkehrsmittel ist natürlich nur als Hoch- oder Tiefbahn denkbar.

Um alle Bedenken zu zerstreuen und die praktische Verwendbarkeit des Systems für eine innerhalb der Ausstellung ins

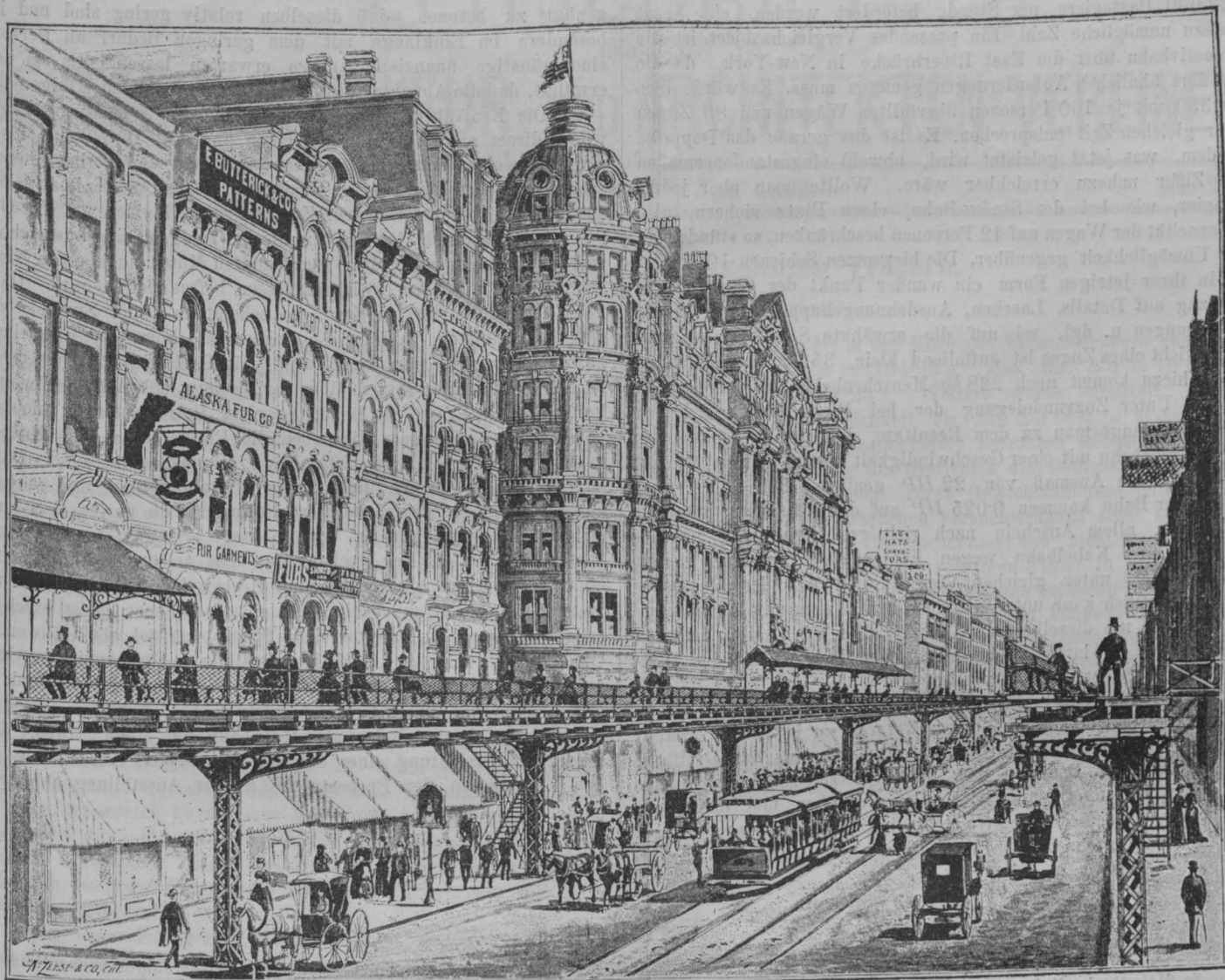


Fig. 7. Project einer Stufenbahn für Chicago.

Werk gesetzte Verbindung zu erproben, haben die Directoren der Chicagoer Weltausstellung im Jaksonpark eine Probefbahn von 270 m Länge mit Curven von 22.5 m Radius errichten lassen. Diese Probefbahn wurde von über 10.000 Passanten jeden Alters

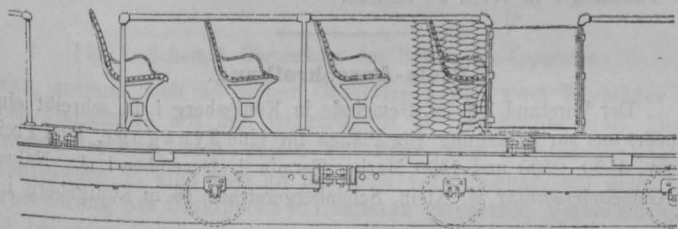


Fig. 5. Ansicht der „schnellen Bahn“.

und Geschlechtes besucht, und soll zufriedenstellende Resultate ergeben haben. Die Errichtung einer solchen Ausstellungsbahn in Chicago erscheint gesichert.

Der Zug auf obiger Probefbahn bestand aus 75 Wagen von 3.6 m Länge und 1.725 m Spurweite. Es waren nur zwei Bahnen angeordnet, die wir der Kürze halber als die „langsame“ und „schnelle“ bezeichnen wollen. Die Gesamtanordnung ist aus Fig. 2 ersichtlich. Die Wagen (Fig. 3 und 4) tragen direct nur die „langsame“ Bahn, während die „schnelle“ (Fig. 5) sich auf biegsamen Schienen auf die Räder stützt, und so nach einfachen mechanischen Principien die doppelte Geschwindigkeit erhält. Sie trägt dreisitzige Bänke in Abständen von 0.9 m. Legt nun diese Bank 10 km in der Stunde zurück, so können von der Ausgangsstelle  $3 \cdot \frac{10.000}{0.9} =$

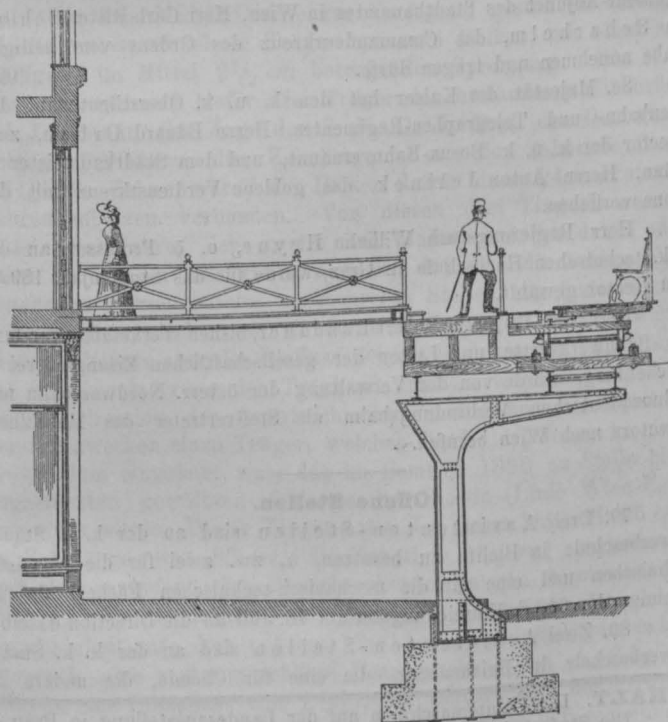


Fig. 6. Querschnitt durch eine in einer Straße angelegte Stufenbahn.





Fig. 8.

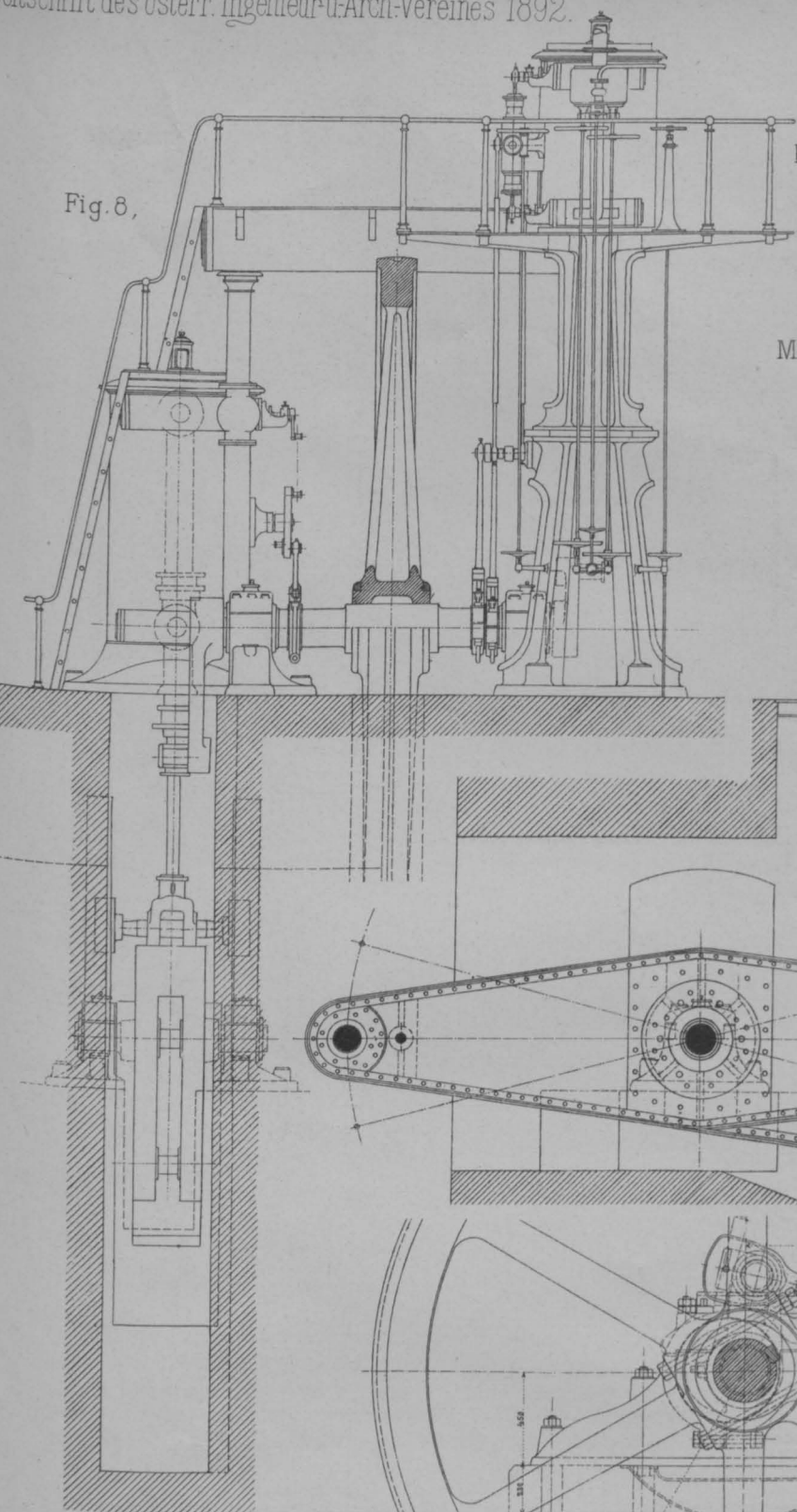


Fig. 8, 9.  
Bolzano, Tedesco & C<sup>ie</sup>. Schlan.  
Comp. Wasserhaltungs Masch.  
System Regnier.

Maßstab 1:50.

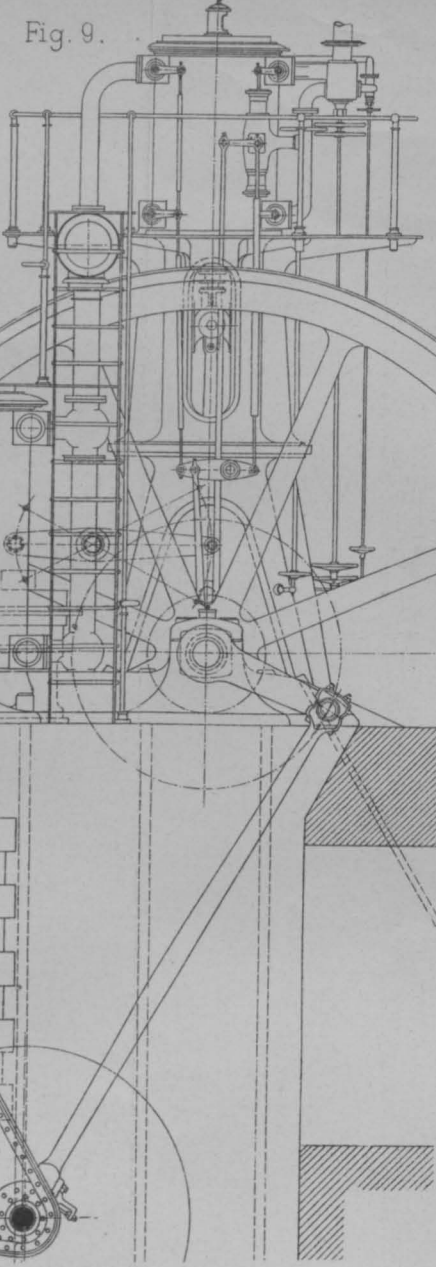
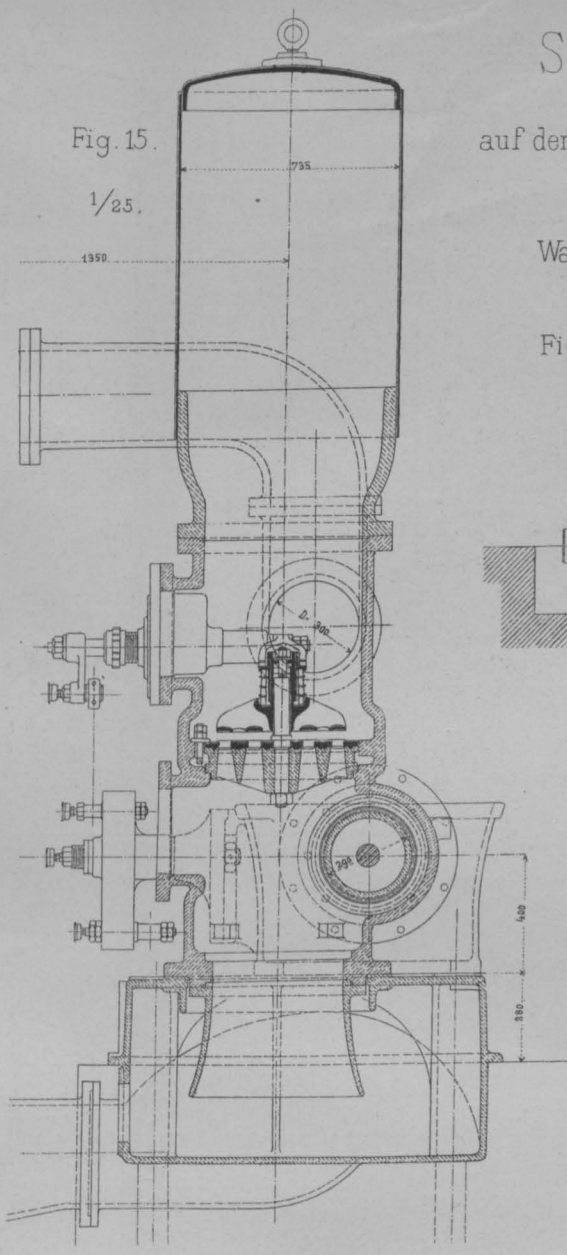


Fig. 9.

Fig. 15.  
1/25.



SPÄGLER: DIE DAMPFMASCHINEN  
auf der PRAGER LANDESAUSSTELLUNG 1891.

Fig. 10-15. M.A.G.vorm. Breitfeld - Daněk & C<sup>ie</sup>. Prag  
Wasserheb - Masch. mit gesteuert. Ventilen (System Riedler.)

Fig. 12.

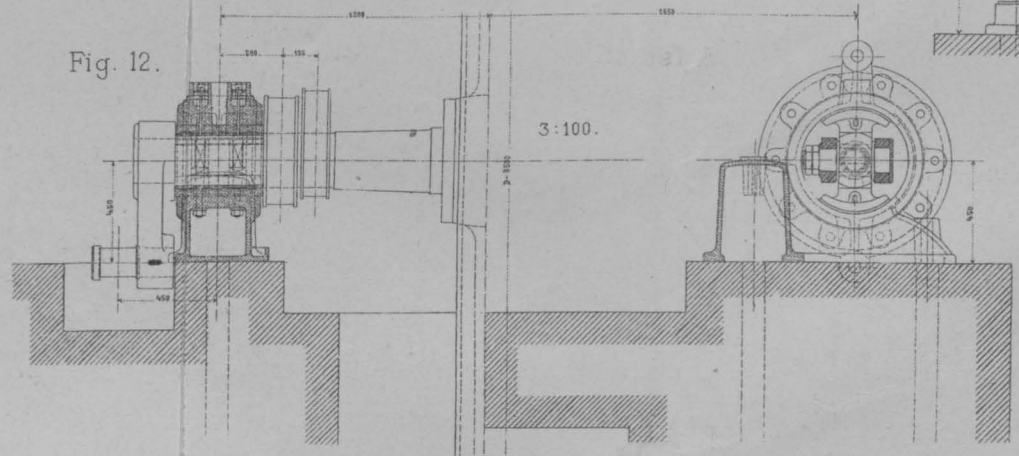


Fig. 13.  
1/25.

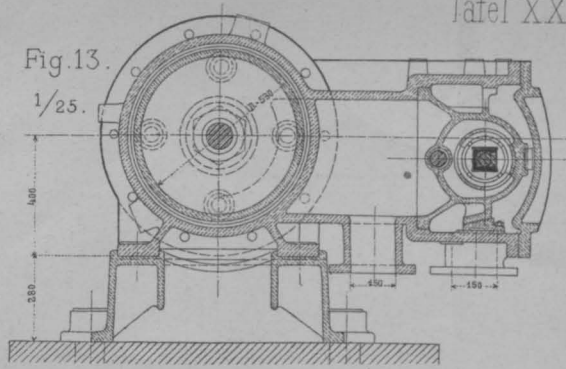


Fig. 10.  
Maßstab 3:100.

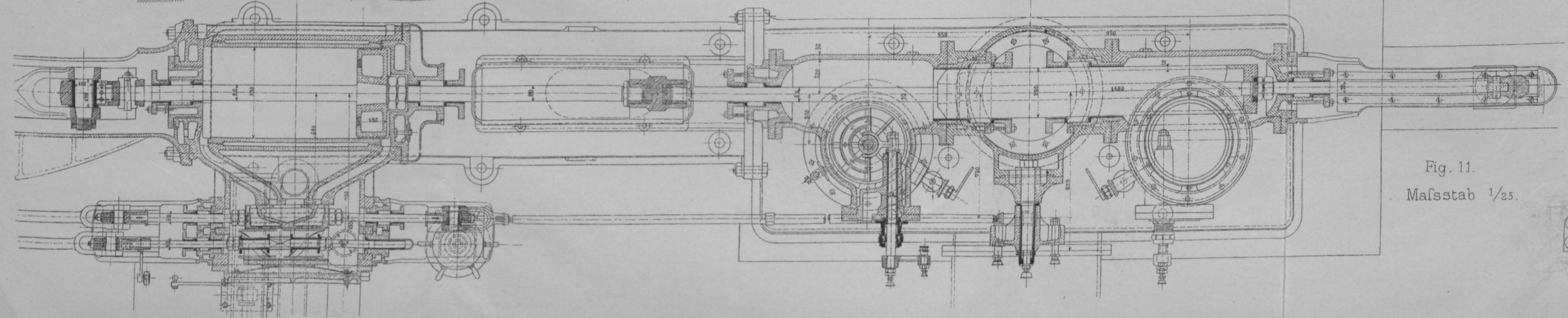
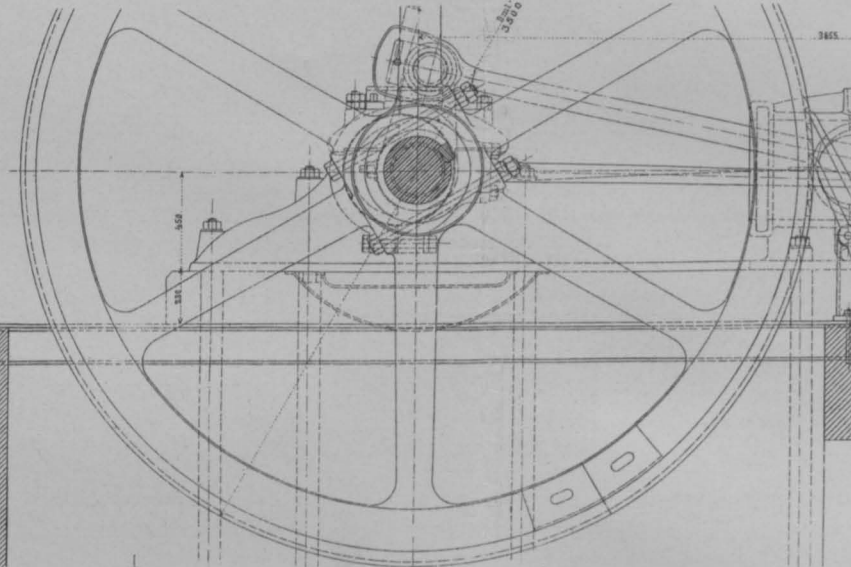
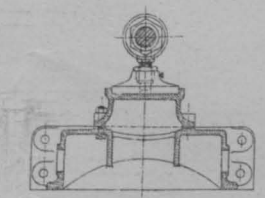


Fig. 14.  
Maßstab 3:100.

Fig. 11.  
Maßstab 1/25.





# ZEITSCHRIFT

DES

## ÖSTERR. INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

XLIV. Jahrgang.

Wien, Freitag den 15. Juli 1892.

Nr. 29.

### Neue Zerschlagsversuche mit verzahnten Trägern.

Von Moriz Bock, k. u. k. Hauptmann im Geniestabe.

Im vorigen Winter war es mir vergönnt, in der Fachgruppe für Bau- und Eisenbahn-Ingenieure über die vom k. u. k. technischen und administrativen Militär-Comité durchgeführten Zerschlagsversuche mit hölzernen Eisenbahnprovisorien einen Vortrag zu halten,\*) der den Anlass zu einer lebhaften Discussion bot, über welche in diesen Blättern seinerzeit berichtet wurde.\*\*\*) Bei dieser Gelegenheit haben sich die geehrten Herren Bau-Directoren der österr. Nordwestbahn und der österr. Staatsbahnen aus eigener Initiative bereit erklärt, dem Militär-Comité behufs Fortsetzung dieser Versuche verzahnte Träger beizustellen, welche in den betreffenden Linien thatsächlich zur Verwendung gelangten. Dieses höchst anerkennenswerthe, später auch schriftlich wiederholte Anerbieten wurde denn auch selbstverständlich vom Militär-Comité dankend acceptirt.

Bevor ich mir nun erlaube, über die Resultate dieser Versuche zu berichten, muss ich vorausschicken, daß die Firma J. Gridl ihren Zerschlagapparat inzwischen umgestaltet hatte. Seine frühere Construction ist im II. Hefte der „Zeitschrift“ (1891) eingehend erörtert, weshalb ich mich bei der Beschreibung des neuen Apparates kurz fassen kann; ich will hier nur hervorheben, daß diese Umgestaltung in der Absicht geschah, um auch einzelne schwächere Träger mit geringeren Stützweiten erproben zu können, während früher stets ein starkes Trägerpaar mit 10 m Stützweite erforderlich war.

Der Versuchsträger V, (siehe Fig. 1), gegen welchen von unten der Kolben der hydraulischen Presse mit einer Kraft P

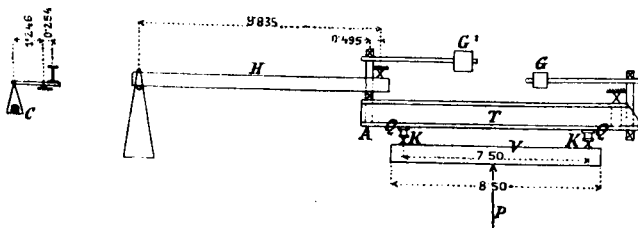


Fig. 1. Schemat. Darstellung des Belastungs-Apparates.

wirkt, stemmt sich an seiner Oberseite gegen zwei Kipplager K, deren Balanciers mit den Querträgern Q verschraubt sind. Diese letzteren stützen sich gegen ein Paar von starken genieteten Eisenträgern T, sind aber an letzteren verschiebbar, um dem, zur Verhinderung des Umklippens in Coulißen geführten, Versuchsträger jede beliebige Stützweite geben zu können. Auf das linke Ende des durch Querriegel verbundenen Trägerpaares T drückt das eine Ende des Belastungshebels H; der hier ausgeübte Druck desselben, sowie auch die Eigenlast des Trägerpaares T, sind durch Gegengewichte G<sup>1</sup> und G ausbalancirt, welche derart adjustirt wurden, daß das ganze System durch einen leichten Druck mit der Hand in Schwingung versetzt werden konnte. Das zweite Ende des Belastungshebels H kann wieder durch ein auf die Wagschale C aufgebrachtes Gewicht ausbalancirt werden; je nachdem man nun dieses letztere um g kg vermindert, wird in A ein Druck ausgeübt, dessen Größe sich aus den Hebelübersetzungs-Verhältnissen ergibt:

$$A = \frac{9.835}{0.495} \times \frac{1.246}{0.254} g = 97.465 g;$$

daraus erhält man die in der Mitte des Versuchsträgers angreifende Einzellast  $P = 2A = 194.93 g$ , also für  $\Delta g = 10 kg$  wird  $\Delta P = 1.949 kg = 1.95 t$ . Weiters wurde ermittelt, daß der Apparat eine Empfindlichkeit bis auf  $\Delta g = 1 kg$  besitzt, d. h. in den verschiedenen Zapfenlagern herrschen solche Widerstände, daß eine Verminderung des Gewichtes um weniger als 1 kg nicht mehr zur Geltung kommt. Diese Gewichtsdivergenz entspricht bei den nachstehend beschriebenen Versuchsträgern einer Differenz in der rechnermäßigen Beanspruchung von nicht ganz  $2 kg/cm^2$ , so daß mit Hinzurechnung aller sonstigen Fehler in den rechnermäßigen Werthen der Beanspruchung keine größeren Unrichtigkeiten als höchstens 4 bis 5  $kg/cm^2$  vorkommen können, was wohl für den Zweck der Versuche vollständig ausreichend ist.

Mit Rücksicht auf die Construction des Trägerpaares T, dann auf die Austheilung der Zähne und Schraubenbolzen bei den zur Verfügung stehenden Versuchsträgern wurde deren Stützweite mit 7.50 m und die Trägerlänge mit 8.50 m festgesetzt. Hier sei gleich bemerkt, daß sich die im Folgenden angegebenen Werthe der gerechneten und der gemessenen Durchbiegungen nicht auf die Stützweite, sondern auf die ganze Trägerlänge beziehen, weil hiedurch die Messung erleichtert wurde. Für die gerechnete Durchbiegung erhält man die betreffende Relation mit Berücksichtigung der Stütztangente leicht wie folgt. Nennt man  $\delta^1$  die der Stützweite l und  $\delta$  die der ganzen Trägerlänge  $l + 2a$  entsprechende Durchbiegung, so ist  $\delta = \delta^1 \left(1 + \frac{3a}{l}\right)$ , also hier

für  $l = 7.50 m$  und  $a = 0.50 m$ ,  $\delta = 1.20 \delta^1$ , wobei dann  $\delta^1$  mit Rücksicht auf die Eigenlast und die jeweilig wirkende Einzellast auf bekanntem Wege berechnet wurde.

Die dem Militär-Comité zur Verfügung gestellten Versuchsobjecte waren verzahnte Träger aus zwei Balken, mit einer sehr mäßigen, im Mittel  $2\frac{1}{2} cm$  betragenden Sprengung. Die Nordwestbahn widmete hiefür drei Träger der bestandenen Elbebrücke bei Josefstadt (im Zuge der S. N. D. V. B.); der Querschnitt betrug  $32/64 cm$ , die Zahnlänge 1 m, die Zahntiefe 5 cm; bei jedem Zahne waren die Balken durch einen 24 mm starken Schraubenbolzen verbunden. Von diesen drei Trägern war der erste zwei Jahre, der zweite acht Jahre und der dritte sechs Jahre alt. Es sei hier gleich bemerkt, daß sich die beiden letztgenannten Träger bereits an mehreren Stellen angefault zeigten, u. zw. namentlich dort, wo sie durch Unterzüge unterstützt waren. Hiedurch konnte aber der Einfluss der atmosphärischen Verhältnisse auf die Verminderung der Tragkraft erhoben werden. Die k. k. General-Direction der österreichischen Staatsbahnen überließ zu Versuchszwecken einen Träger, welcher durch  $1\frac{1}{2}$  Jahre in einem Provisorium eingebaut war, das im Sommer 1890 an Stelle eines eingestürzten gewölbten Objectes bei Blowitz (Linie Wien-Eger) ausgeführt wurde. Dieser Träger hatte den Querschnitt  $30/65 cm^2$ , die Zahnlänge war 85 cm, die Zahntiefe  $4\frac{1}{2} cm$ ; zwischen je zwei Zähnen befand sich ein Schraubenbolzen von 24 mm Stärke.

Es wiesen demnach alle vier Träger nahezu die gleiche Tragfähigkeit auf; dem mit ca. 1200 kg ermittelten Eigengewicht entsprach eine rechnermäßige Beanspruchung von ca. 6  $kg/cm^2$ , während eine Einzellast von 1.95 t, um welches Maß der Pressendruck jedesmal vermehrt wurde, eine Zunahme der rechnermäßigen Beanspruchung um 18 bis 19  $kg/cm^2$  hervorrief. Bei den Werthen 80 und 160  $kg/cm^2$  wurden auch die bleibenden Durch-

\*) Siehe Wochenschrift Nr. 3 und 4 vom Jahre 1891.

\*\*) Wochenschrift Nr. 18 vom Jahre 1891.

biegungen erhoben, doch fielen dieselben sehr gering aus. Die bei jedem Belastungsfall gemessenen Durchbiegungen, sowie auch die rechnungsmäßigen Werthe derselben, sind aus der graphischen Darstellung in Fig. 2 deutlich zu entnehmen.

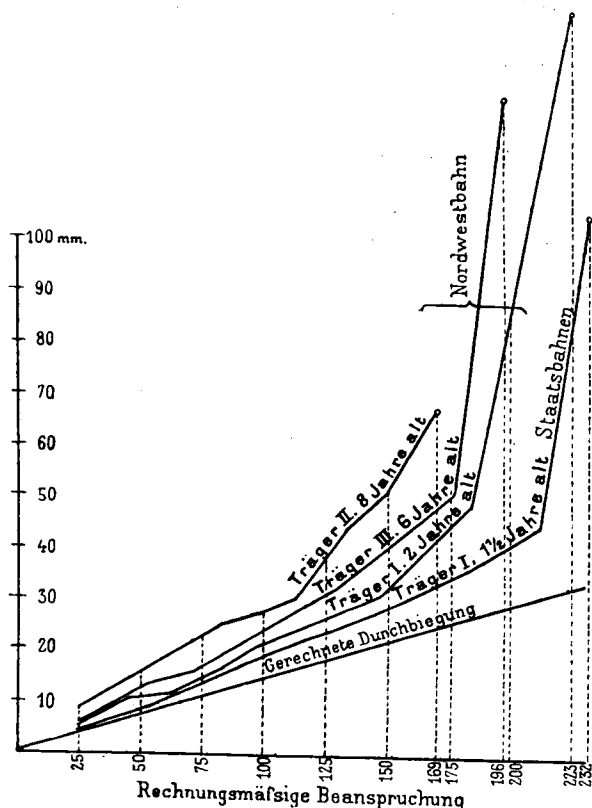


Fig. 2. Darstellung der gemessenen und gerechneten Durchbiegungen.

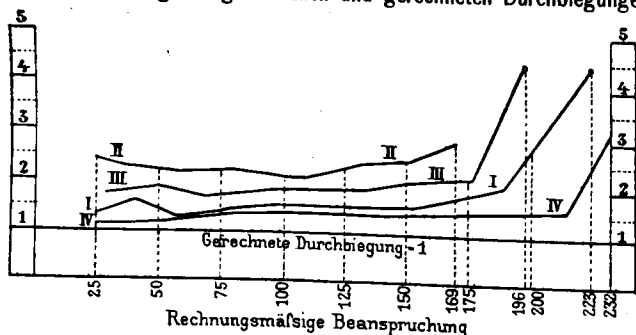


Fig. 3. Darstellung der Verhältnisse der wirklichen zur gerechneten Durchbiegung.

Beim Träger I (Nordwestbahnträger, 2 Jahre alt) erfolgte der Bruch unter einer Last von  $P = 23.40 t$ , u. zw. bei einer rechnungsmäßigen Beanspruchung von  $s_0 = 223 \text{ kg/cm}^2$ ; hierbei wurde nämlich der Schubwiderstand zunächst der Zahnschicht plötzlich überwunden, wobei sich die beiden Balken so weit übereinander verschoben, daß das Maß dieser Verschiebung am Trägerende 20 mm betrug. (Siehe Fig. 4.) Da nun die Balken

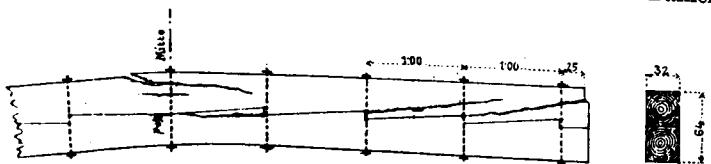


Fig. 4. Träger I.

in diesem Momente nahezu als lose übereinander liegend wirkten, sind gleich hierauf beide Balken gleichzeitig gebrochen. Vor Erreichung der Bruchlast war jedoch die seitliche Verschiebung nicht nur hier, sondern auch bei allen anderen drei Versuchsträgern sehr gering, und blieb stets kleiner als 1 mm. Der Bruchlast von 23.400 kg entspricht der Zahndruck mit  $z = 170$  und die Beanspruchung auf Abscherung  $t = 8.5 \text{ kg/cm}^2$ ; dieser letztere Werth ist so gering, daß das Versuchsergebnis überraschen musste.

Bei näherer Besichtigung des oberen Balkens zeigte es sich jedoch, daß die Abtrennung längs einer vorhandenen Ringkluft erfolgte; nach dem Zerschneiden erwies sich auch die Trennungsfäche als zum Theile saftlos und ausgetrocknet. Zwischen dem zweiten und dritten Zahne befand sich ein starker Ast, an welchen sich das dahinter befindliche Holz derart fest herangepresst hatte, daß es seitlich ausknickte.

Der Träger II (Nordwestbahn, 8 Jahre alt) brach bei einer Last  $P = 17.55 t$ , also bei der rechnungsmäßigen Beanspruchung  $s_0 = 169 \text{ kg/cm}^2$ ; der obere Balken ist auf seiner ganzen Höhe zerrissen, während der untere gar nicht verletzt war (siehe Fig. 5). In den am meisten auf Zug beanspruchten Fasern befanden sich einige größere Aeste und war dies der Anlass, daß von Seite der Nordwestbahn noch ein dritter Träger zu Versuchszwecken überlassen wurde.

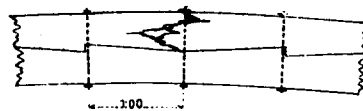


Fig. 5. Träger II.

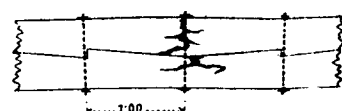


Fig. 6. Träger III.

Dieser Träger III (6 Jahre alt), war ein Randträger der Brücke; durch denselben führten die starken Hängstangen des doppelten Hängwerkes, weshalb die Schraubenlöcher einen Durchmesser von 65 mm hatten, was natürlich bei der Berechnung des Widerstandsmomentes berücksichtigt wurde. Unter einer Einzellast  $P = 17.55 t$ , d. i. also bei der rechnungsmäßigen Beanspruchung  $s_0 = 198 \text{ kg/cm}^2$ , erfolgte der Bruch, wobei auch der untere Balken einige Risse aufwies (Fig. 6). Bei den zwei zuletzt besprochenen Trägern waren die Zähne noch durchaus intact und die Längsverschiebungen sehr gering (0.8 mm), so daß der Bruch nur durch eine, der früher geschilderten Holzbeschaffenheit entsprechend, zu große Zugbeanspruchung in den äußersten Fasern hervorgerufen wurde.

Bei dem von der Staatsbahn gewidmeten Träger IV ( $1\frac{1}{2}$  Jahre alt) wurde die Belastung successive bis zu  $P = 23.40 t$  gesteigert, als plötzlich fast in allen Zähnen der rechten Trägerhälfte Risse entstanden, (siehe Fig. 7); die rechnungsmäßige Bean-

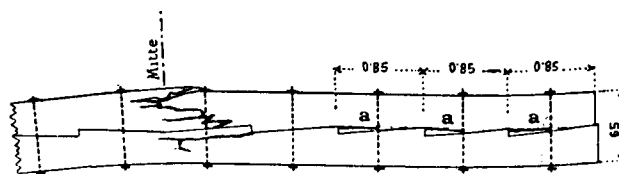


Fig. 7. Träger IV.

spruchung des Querschnittes war hierbei  $s_0 = 232 \text{ kg/cm}^2$ . Nun konnten sich natürlich die Balken über einander verschieben, u. zw. betrug am Trägerende das Maß dieser Verschiebung 15 mm, während dasselbe unmittelbar vorher mit  $\frac{1}{2} \text{ mm}$  constatirt wurde. Die beiden Balken besaßen jedoch ein außerordentlich zähes Holz, welchem ein großes Deformationsvermögen innewohnte, denn obwohl sie von jetzt an als lose übereinander liegend wirkten, musste die Belastung doch noch bis auf 29.25 t gesteigert werden, um die Balken unter steter Zunahme der Durchbiegung zum Bruche zu bringen. Selbstverständlich sind dann, wie Fig. 7 zeigt, beide Balken gebrochen, und betrug hierbei die rechnungsmäßige Beanspruchung des ganzen Querschnittes  $s_0 = 289 \text{ kg/cm}^2$ , also war die wirkliche Inanspruchnahme nahezu doppelt so groß. Der früher erwähnten Einzellast  $P = 23.40 t$ , bei welcher die Risse in den Zähnen eintraten, entspricht eine rechnungsmäßige

Schubspannung von  $9 \text{ kg/cm}^2$  und ein Zahndruck von  $\frac{85}{4.5} \times 9 = 170 \text{ kg/cm}^2$ ; es ist also klar, daß auch hier wieder ein besonderer Grund vorwalten musste, nachdem die Schubfestigkeit des weichen Holzes doch weitaus größer ist. \*) Dies war auch

\*) Diese Schubfestigkeit wurde für ein Stück des oberen Balkens (zunächst des Trägerendes) im technologischen Gewerbemuseum erhoben; als Mittel aus 7 Versuchen ergab sich eine Festigkeit von  $65 \text{ kg/cm}^2$ .

thatsächlich der Fall; wie aus Fig. 7 zu ersehen, ist nämlich in den drei mit  $\alpha$  bezeichneten Zähnen die Trennung nicht nach der ganzen, sondern nur längs der halben Zahnlänge erfolgt, weil die Fasern des oberen Balkens eine derart ungünstige Lage hatten; die Trennungsfläche ist also eine weitaus kleinere, weshalb dort die Inanspruchnahme dementsprechend viel größer war. Erst nach Entstehung dieser Risse ist auch im mittleren Zahne des unteren Balkens ein durchgehender Riss erfolgt, worauf dann, wie vor erwähnt, einer Verschiebung der Balken über einander nichts mehr im Wege stand.

Ueberblickt man die Resultate dieser vier Versuche, so zeigen die Träger II und III, in wie hohem Grade die Festigkeit des weichen Holzes verringert wird, wenn dasselbe durch 6—8 Jahre den Niederschlägen ausgesetzt, bereits anfängt zu faulen; speciell weist auch der Versuch II darauf hin, daß das Vorhandensein größerer Aeste in den am meisten auf Zug beanspruchten Fasern noch eine weitere Verminderung der Festigkeit zur Folge hat. Die Versuchsträger I und IV aber zeigen wieder, daß der an und für sich genügend hohe Schubwiderstand des weichen Holzes parallel zu den Fasern durch allerlei Zufälle herabgemindert werden kann; beim Versuch I waren die gar nicht besonders auffallenden Ringklüfte, beim Träger IV aber war die ungünstige Lage der Fasern des oberen Balkens gegen die Zahnschichte schuldtragend an einem relativ viel geringeren Widerstande, als er unter ganz normalen Verhältnissen erwartet werden konnte.

Es sei mir nun gestattet, die hier besprochenen Versuchsergebnisse mit jenen zu vergleichen, welche mit Trägern aus drei Balken erreicht wurden. Dabei kann ich aber die vielen Aufsätze, welche über diesen Gegenstand in der Wochenschrift erschienen, nicht gut umgehen, und werde daher in Kürze die darin enthaltenen theoretischen Schlussfolgerungen mit den diesmal erreichten Versuchsergebnissen in Vergleich ziehen. Diese Aufsätze zeigen durchaus bewährte Namen als Verfasser, es sind dies die Herren Professoren Melan,<sup>1)</sup> R. v. Thullie,<sup>2)</sup> Skibinski<sup>3)</sup> und Brik,<sup>4)</sup> dann Herr Oberingenieur Stöckl<sup>5)</sup> der k. k. Staatsbahnen.

Zunächst aber muss ich hervorheben, daß ganz allgemein (auch ich habe in meinem Vortrage diese Ansicht geäußert) vorausgesetzt wurde, die rechnermäßige Bruchbeanspruchung werde bei verzahnten Trägern aus zwei Balken größer sein als bei solchen aus drei Balken; dies ist aber nicht eingetroffen, sondern es wurden im Gegentheil sogar noch etwas geringere Werthe erreicht. In erster Linie mag dies wohl darin zu suchen sein, daß bei den hier in Betracht zu ziehenden Trägern I und IV sehr ungünstige Verhältnisse bezüglich des Schubwiderstandes in der Zahnschichte herrschten.

Wenn man weiters die beiden Versuche VIII der ersten Serie betrachtet, so wird man finden, daß bei denselben an der Bruchgrenze viel geringere Zahndrucke ( $120 \text{ kg/cm}^2$ ) und Schubspannungen ( $7 \text{ kg/cm}^2$ ) herrschten, als bei den Trägern I und IV der gegenwärtigen Serie, was darin begründet ist, daß bei denselben Trägerhöhe ( $65 \text{ cm}$ ) die Stützweite damals  $10.00 \text{ m}$ , jetzt aber nur  $7.50 \text{ m}$  beträgt; denn in dem vorliegenden Belastungsfall verhält sich bei verzahnten Trägern die Schubspannung  $t$  zur rechnermäßigen Beanspruchung  $s_0$ , sowie die Trägerhöhe zur doppelten Stützweite. Weiters ist auch darauf hinzuweisen, daß die Schubspannung für die Zahnschichte bei zweifach verzahnten Trägern unter sonst gleichen Verhältnissen an und für sich größer ist als bei solchen aus drei Balken. Daß aber die Größe des Zahndruckes auf die thatsächliche Erhöhung der Beanspruchung von wesentlichem Einflusse ist, wird ja von allen Autoren zugegeben.

In dem ersten der früher citirten Aufsätze leitet Prof. Melan auf sehr klarem, einfachen Wege diesen Einfluss ab und gelangt zu der Relation:  $s = s_0 + \frac{1}{m} \beta z$ , wobei  $s$  die thatsächliche,  $s_0$  die rechnermäßige Bruchbeanspruchung,  $z$  den

Zahndruck,  $m$  eine von der Anzahl der Balken, und  $\beta$  eine von der Art der Verbindung abhängige Constante bedeutet; für Träger aus zwei Balken ist  $m = 4$ , für solche aus drei Balken  $m = 3$ . Bei Annahme einer durchschnittlichen Bruchfestigkeit des weichen Holzes  $s = 420 \text{ kg}$ , findet Melan aus den Versuchen VIII und IX, bei welchen  $s_0 = 236$  und  $z = 120 \text{ kg}$  war,

$$420 = 236 + \frac{1}{3} \times 120 \beta, \text{ also } \beta = 4.6.$$

Bei dem hier besprochenen Versuche I war  $s_0 = 223$  und  $z = 170 \text{ kg/cm}^2$ , demnach wird

$$420 = 223 + \frac{1}{4} \times 170 \beta, \text{ also } \beta = 4.63, \text{ so daß sich eine vollständige Uebereinstimmung ergibt.}$$

Mit Benützung dieses Coefficienten könnte man nun untersuchen, wie groß nach dieser Formel die factische Bruchbeanspruchung bei den Trägern II und III gewesen sein dürfte: Beim Versuche II war  $s_0 = 169$ ,  $z = 128$ , also  $s = 169 + \frac{1}{4} \times 128 \times 4.6 = 316 \text{ kg/cm}^2$ , beim Versuche III ergab sich  $s_0 = 198$ ,  $z = 128$ , mithin  $s = 198 + \frac{1}{4} \times 128 \times 4.6 = 345 \text{ kg/cm}^2$ , und dies sind mit Rücksicht auf die geschilderte Holzbeschaffenheit recht glaubwürdige Werthe. Endlich würde sich für den Staatsbahnträger wegen  $s_0 = 232$  und  $z = 170 \text{ kg}$  nach obiger Formel  $s = 232 + \frac{1}{4} \times 4.6 \times 170 = 428 \text{ kg/cm}^2$  als die thatsächliche Beanspruchung für jene Belastung ergeben, bei welcher die Risse in den Zähnen eintraten, ohne daß die Balken zerbrachen, was wegen der großen Zähigkeit des Holzes erst bei einer,  $500 \text{ kg}$  weit übersteigenden Beanspruchung erfolgte.

Prof. Melan sagt dann weiter, der Zahndruck  $z$  müsse kleiner als  $\frac{2s}{\beta}$  gewählt werden, damit die Verbindung auch

thatsächlich zur Geltung kommen könne. Dies ist wohl vollkommen richtig, doch erhält man eine viel präcisere Bestimmung, wenn man  $z$  als Function von  $s_0$  einführt; bei allen Trägern der ersten Versuchsserie wurde dahin getrachtet, für  $z$  die Grenzen  $\frac{1}{2} s_0$

und  $s_0$  einzuhalten, wobei man sich bei verzahnten Trägern natürlich mehr der unteren, bei Klötzeltägern mehr der oberen Grenze nähern muss. Bei den vorliegenden Versuchen war im Mittel  $z = 0.75 s_0$ , und dann würde die Melan'sche Formel geben

$$s = s_0 + \frac{1}{4} \times 4.6 \times 0.75 s_0, \text{ also } s = 1.86 s_0, \text{ was freilich}$$

mit den Verhältnissen der wirklich gemessenen zu den gerechneten Durchbiegungen bei den niederen Belastungen gar nicht übereinstimmt.

Dies war auch vornehmlich der Grund, daß die übersichtlichen Folgerungen Melan's mehrfach angegriffen wurden, so zunächst von Prof. R. v. Thullie, welcher in eingehender Weise die Vertheilung der Spannungen an der Bruchgrenze ableitet und hieraus dann für  $\beta$  bedeutend kleinere Werthe findet. So ungemein sinnreich und mühevoll auch diese Ableitung ist, so enthält sie doch zu viele Annahmen und Annäherungen, als daß den erhaltenen Resultaten voller Glauben beigemessen werden könnte; es würde aber den mir gewährten Raum überschreiten, auf alle bei ganz genauer Berechnung sich ergebenden Differenzen hinzuweisen und den Werth der gemachten Annahmen näher zu untersuchen. Doch muss ich zunächst erwähnen, daß bei keinem der abgeführten Versuche mit dreifach zusammengesetzten Trägern eine der in Fig. 5 (W. 1891, S. 281) gleiche Vertheilung der Spannungen geherrscht haben dürfte, soweit sich dies aus dem Ansehen der Balken nach dem Bruche, resp. aus den Photographien folgern lässt. Gerade bezüglich der wichtigsten, nämlich zur Berechnung von  $\beta$  dienenden Spannungsdifferenzen  $\Delta \sigma_1$  (Seite 282) sagt Prof. R. v. Thullie nur, „daß sich dieselben nicht leicht genau er-

<sup>1)</sup> W.-S. Nr. 6 und 33, <sup>2)</sup> W.-S. Nr. 31, <sup>3)</sup> W.-S. Nr. 37, <sup>4)</sup> W.-S. Nr. 40 und 41, <sup>5)</sup> W.-S. Nr. 25, sämmtlich des Jahrganges 1891.

mitteln lassen“. Mit Rücksicht auf das Verhalten aller Versuchsträger beim Bruche lässt sich aber der sichere Schluss ziehen, daß diese Spannungsdifferenzen  $\Delta \sigma_1$  und hiemit auch die hieraus ermittelten Werthe von  $\beta$  zu klein angenommen wurden. Prof. R. v. Thullie gibt dann auch Werthe für die zulässigen Beanspruchungen an, welche für verzahnte Träger aus zwei Balken bei definitiven Brücken  $s_0 = 57$ , und bei Provisorien  $s_0 = 74 \text{ kg/cm}^2$  ausfallen; diese Werthe könnte man nach den vorliegenden Versuchen als recht gut geeignet betrachten, da sie eine vier-, resp. dreifache Sicherheit bieten. Nur ließe sich dagegen einwenden, daß Prof. R. v. Thullie für Klötzeltträger höhere Werthe von  $s_0$  ansetzt, als für verzahnte Träger; denn die letzteren sind ja doch unbedingt besser als die ersteren. Dieser Widerspruch entfällt aber, wenn für  $z$  nicht in beiden Fällen derselbe Werth eingesetzt wird, nachdem man bei Klötzeltträgern fast stets gezwungen ist,  $z = s_0$  anzunehmen, während bei verzahnten Trägern zumeist viel kleinere Zahndrücke zulässig sind.

Prof. Skibinski hat aus Fig. 13 in der meinem früheren Aufsätze beigelegten Tafel bezüglich des Verhältnisses zwischen den gemessenen und den gerechneten Durchbiegungen sehr interessante Folgerungen gezogen, welche mich veranlasst haben, auch für die vorliegenden Versuche ein ähnliches Graphikon in Fig. 3 zu construiren. Vergleicht man dasselbe mit der von Prof. Skibinski gebrachten Textfigur 1, so wird man in der Verhältniscurve für den ersten Nordwestbahnträger unschwer die Abschnitte  $b$ ,  $c$  und  $d$  der letztbezeichneten Figur wieder erkennen; auch der Träger III zeigt ein ähnliches Verhalten, während beim Versuche II der Abschnitt  $a$  fehlt. Die zwei letztgenannten Träger darf man aber natürlich wegen der schlechten Holzbeschaffenheit nicht zum Vergleiche heranziehen. Beim Träger I nun ergibt sich der Uebergang aus  $c$  in  $d$  bei einer Beanspruchung  $s_0 = 61 \text{ kg}$ , während dieser Uebergangspunkt bei allen Trägern der ersten Serie viel höher lag und zumeist zwischen diesen beiden Abschnitten eine der Achse parallele Gerade eingeschaltet war. Der Staatsbahnträger IV jedoch zeigt einen ganz anderen Verlauf der Verhältniscurve, dort nimmt  $\delta : \delta_0$  bis  $s_0 = 80 \text{ kg}$  stetig zu, und bleibt dann nahezu constant bis  $s_0 = 200 \text{ kg/cm}^2$ , so daß sich der maßgebende Abschnitt  $c$  der Skibinski'schen Verhältniscurve gar nicht vorfindet. Wenn man also die von Prof. Skibinski mit  $\beta$  und  $\gamma$  bezeichneten Constanten der Formel

$$\gamma = \beta + \frac{\gamma}{P} \text{ für je zwei zugehörige Werthe von } \gamma \text{ und } P \text{ einmal}$$

aus dem Nordwestbahnträger I, das anderemal aus dem fast gleich starken Staatsbahnträger IV berechnet, so bekommt man natürlich ganz verschiedene, hier also unbrauchbare Resultate. Für diesen Widerspruch ließe sich aber vielleicht darin eine Erklärung finden, daß der Staatsbahnträger unmittelbar nach seiner Entnahme aus dem Objecte gebrochen wurde, während der Nordwestbahnträger vorher etwas mehr als ein Jahr deponirt war, so daß seine Fasern Zeit fanden, wieder ihre ursprüngliche Lagerung und Spannung einzunehmen; weiters dürfte, soweit mir bekannt, der Staatsbahnträger in dem Provisorium auch höher beansprucht worden sein, als der Versuchsträger I. Immerhin ist aber das Verhalten dieser beiden Träger so verschieden, daß man die sehr lichtvollen und lehrreichen Untersuchungen Skibinski's hier nicht weiter verfolgen kann, und es erübrigt nur auf die vom genannten Autor vorgeschlagene zulässige Inanspruchnahme für zweifach verzahnte Träger, d. i.  $s_0 = 0.91 s$ , hinzuweisen, welche aber nach den vorliegenden Versuchsergebnissen als zu groß bezeichnet werden muss.

Einen anderen Vorgang zur Ermittlung der wirklich auftretenden Spannungen befolgt Prof. Brik, indem er sich den Biegungswiderstand zusammengesetzter Holzträger als aus zwei Einzelwiderständen bestehend denkt, u. zw. 1. aus dem Biegungswiderstande, welcher durch die Wirkung der Verbindungen dem Gesamtträger ertheilt wird, und 2. aus dem Biegungswiderstande der einzelnen Balken, insofern derselbe beim Nachgeben der Verbindungen zur Wirkung gelangt. Die auf Grund dieser Annahme abgeleitete Formel 10 (auf Seite 350) liefert für die vorliegenden Versuche, bei welchen für  $s_0 = 60$  bis  $80 \text{ kg/cm}^2$  das Verhältnis

der Durchbiegungen im Mittel  $\frac{\delta}{\delta_0} = 1.30$  war,

$$\frac{s}{s_0} = 2 - 1 \frac{4 - 1.3}{4 - 1} = 1.1, \text{ nachdem man nahezu } W = 2 W_1$$

und  $J = 4 J_1$  setzen kann; dies würde also ergeben  $s_0 = 0.9 s$ , d. i. einen Werth, welcher nach den Resultaten der abgeführten Versuche entschieden zu groß erscheint, was in der nicht genügenden Berücksichtigung des Zahndruckes begründet sein mag. Freilich gibt Prof. Brik später die zulässige Beanspruchung für verzahnte Träger mit  $70\%$  an, also mit einem Werthe, welcher sich den Versuchsergebnissen viel besser anschmiegt. Die von Prof. Melan aufgestellte Beanspruchungsrelation  $s = s_0 - \frac{1}{m} \beta z$ , wobei  $m$  von der Anzahl der Balken abhängt, bringt der Verfasser durch die Substitution  $z = \nu s_0$  auf die Form

$$s = s_0 \left( 1 + \frac{1}{m} \beta \nu \right),$$

so daß also  $s_0 = n s$  wird; ich habe mir schon früher darauf hinzuweisen erlaubt, daß dies wohl der richtigste Vorgang ist, denn nur durch die Annahme  $z = \nu s_0$ , wobei  $\nu$  zwischen  $0.5$  und  $1$  festgesetzt werden soll, ist es möglich, homogene Constructionen zu erhalten. Weiters enthält dieser Aufsatz für die Berechnung und Dimensionirung der Verbindungen sehr schätzenswerthe Anhaltspunkte, welche den Anforderungen der Theorie und der Praxis in gleichem Maße vollkommen entsprechen. An die für verzahnte Träger gegebene Regel, die Zahnlänge der zwölffachen Zahntiefe gleich zu halten, möchte ich mir nun erlauben anzuknüpfen, daß dieses Verhältnis wohl als Minimum betrachtet und besser auf  $15-20$  erhöht werden sollte. Denn dadurch bekommt man weniger Zähne, wodurch die Arbeit erleichtert und ein genaues Passen derselben ermöglicht wird; um die Zähne jedoch nicht zu stark zu beanspruchen, soll die Zahntiefe  $\frac{1}{5}$ , oder wenigstens  $\frac{1}{6}$  der Höhe eines Balkens betragen.

Derartige Anhaltspunkte, am besten für alle Balkenstärken, in eine Tabelle zusammengestellt, würden sich als eine Ergänzung der sehr werthvollen, von Oberingenieur Stöckl berechneten Tragfähigkeitstabellen empfehlen; diese letzteren enthalten schon Angaben über die Zahntiefen, welche durchaus mit  $\frac{1}{5}$  der Balkenseite angenommen sind. Bei Zusammenstellung dieser Tabellen hat der Verfasser den umgekehrten Weg eingeschlagen, welcher aber natürlich zu dem gleichen Ziele führt; er wendet nämlich in allen Fällen die für einfache Balken zulässigen Inanspruchnahmen an, und vermindert dafür die theoretischen Tragmodule. Für verzahnte Doppelbalken nimmt Stöckl diese Reduktionszahl mit  $0.70$  an, was nach den vorliegenden Versuchen wohl ganz gut zulässig ist.

Aus allen diesen Untersuchungen geht hervor, daß die rechnerungsmäßige Beanspruchung stets nach der Relation  $s_0 = s - \frac{1}{m} \beta z$  bestimmt werden sollte, wobei nach Melan für Träger aus zwei Balken  $m = 4$ , und für solche aus drei Balken  $m = 3$  zu setzen ist. Den Coefficienten  $\beta$  könnte man vielleicht am zweckmäßigsten für Klötzelt- und verzahnte Träger mit  $\beta = 2$  annehmen (Melan hat zu große, v. Thullie etwas zu kleine Werthe erhalten); weiters ist bei Klötzeltträgern  $z = s_0$ , bei verzahnten Trägern  $z = 0.5 s_0$ , höchstens  $z = 0.75 s_0$  einzuführen. Dann resultiren folgende Reduktionszahlen:

a) für verzahnte Träger:

aus drei Balken mit  $z = 0.5 s_0$ ,

$$s_0 = 0.75 s;$$

aus zwei Balken mit  $z = 0.5 s_0$ ,

$$s_0 = 0.80 s;$$

ebenso, jedoch mit  $z = 0.75 s_0$ ,

$$s_0 = 0.73 s;$$



b) für Klötzeltträger:

aus drei Balken und  $z = s_0$ ,

$$s_0 = 0.60 s;$$

aus zwei Balken  $z = s_0$ ,

$$s_0 = 0.67 s.$$

Hierin ist bei definitiven Objecten  $s = 80$ , bei Provisorien  $s = 100$  bis  $120 \text{ kg/cm}^2$  anzunehmen, doch muss man hiebei stets bedenken, daß man sich bei den angesetzten Werthen der Inanspruchnahme mit einem etwas geringeren Sicherheitsgrade gegenüber der Bruchgrenze zu begnügen hat.

Die rechnungsmäßige Schubspannung  $t$  am Trägerende soll bei verzahnten Trägern  $\frac{1}{15} - \frac{1}{20}$ , bei Klötzeltträgern  $\frac{1}{10} - \frac{1}{15}$  vom Zahndrucke  $z$  betragen.

Zusammengesetzte Träger mit quergestellten Eichendübeln sollen nach übereinstimmendem Urtheile nicht ausgeführt werden. Die sogenannten Zahndübelträger mit längsgestellten Dübeln erfordern eine viel zu genaue Arbeit. Zur Erhöhung der Tragfähigkeit ist die Anwendung von starken Sattelhölzern als das einfachste Mittel zu empfehlen, weil sich hiedurch die wirkliche Stützweite nennenswerth verringert.

Am Schlusse meines Berichtes erachte ich es als meine Pflicht, darauf hinzuweisen, daß den Herren Baudirectoren k. k. Hofrath F. R. v. Bischoff und W. Hohenegger für die aus eigener Initiative veranlasste Widmung der Versuchsträger der wärmste Dank gebührt; desgleichen hat sich die Firma J. Gridl durch gefällige Ueberlassung ihres Versuchesapparates einen erneuten Anspruch auf Anerkennung erworben.

## Die Ergiebigkeit eines Grundwasserstromes.

Von Prof. H. Höfer in Leoben.

Seit 18 Jahren mit der Geologie der untertägigen Wasserläufe auch praktisch beschäftigt, musste ich es wiederholt bedauern, daß hierüber die geologische Literatur außerordentlich wenig bietet; die einschlägigen Lehrbücher pflegen ohnehin die angewandte Geologie fast ausnahmslos zu vernachlässigen. Die neueren Geophysiker wenden diesem ebenso interessanten, als technisch wichtigen Gebiete etwas mehr Aufmerksamkeit zu. Andererseits wurden die Grundwasserverhältnisse insbesondere während des Zustandes der Wasserentnahme vom physikalischen Standpunkte aus mit Aufwand vielen Geistes an der Hand vorliegender Beobachtungen von mehreren Ingenieuren eingehend studirt, und die Arbeiten von A. Thiem, O. Smrcker, C. Forchheimer, O. Lueger u. a. verdienen die vollste Anerkennung; in geologischer Beziehung bieten diese Schriften manchen werthvollen Hinweis.

Ich betrachte es nicht als Aufgabe der nachfolgenden Zeilen, die ganze Frage über die Ergiebigkeit eines Grundwasserstromes erschöpfend abzuhandeln, sondern ich will nur auf einige bisher gar nicht oder zu wenig beachtete Verhältnisse hinweisen, die in der Beantwortung dieser Frage von besonderer Bedeutung sind und deren Außerachtlassung nur all' zu oft Ursache ist, daß die an die Ergiebigkeit eines Grundwasserstromes geknüpften Hoffnungen nicht, oder nicht vollends in Erfüllung gingen und gehen.

Bekanntlich wird die Bezeichnung Grundwasser doppel-sinnig gebraucht; im weiteren Sinne bezeichnet man damit alles in die Erde eingedrungene und sich hier ansammelnde Wasser; der natürliche Austritt desselben an die Erdoberfläche heißt Quelle. Unter Grundwasser im engeren Wortsinne versteht man die Wasseransammlungen in sehr porösen Gesteinsmassen (Schutt, Schotter, Sand, etc.), welche letztere entweder gar nicht oder mindestens nicht derart von wasserundurchlässigen Schichten überdeckt sind, daß der dem Gefälle entsprechende natürliche Abfluß gehindert wäre; der Wasserspiegel weicht von der Horizontalen nur wenig ab. Im weiteren Verlaufe dieser Abhandlung ist Grundwasser nur in diesem engeren Wortsinne zu verstehen.

Bei den Erhebungen über ein Grundwasser, welches gewonnen werden soll, wird fast stets die Untersuchung seines Bettes vernachlässigt; ebenso ist meines Wissens die, wie ich meine, für die Praxis sehr wichtige Zweitheilung in den Stau und den Strom des Grundwassers bisher unbeachtet geblieben. Diese Faktoren seien zuerst erörtert.

Im nebenstehenden Längsprofile einer Thalung (Fig. 1), wie die meisten dieser Skizzen überhöht gezeichnet, sei A ein weitgedehntes Becken von Schotter und Sand o. dgl., das auf dem wasserundurchlässigen Grundgebirge (compactes Gestein) B aufgelagert ist. Fällt auf die Oberfläche des Schotterbeckens Regen oder bilden sich hier Schmelzwasser des Schnees, so wird ein Theil dieses Tagwassers einsickern, sich im Tiefsten des Beckens ansammeln und dadurch allmählig den horizontalen Stand C D erreichen, — ein Vorgang, der sich in unseren Grundwasserbecken

bereits vor sehr langer Zeit abspielte. Sichert noch mehr Wasser zu, so wird bei D ein Ausfluss des Grundwassers eintreten müssen, es entsteht eine Grundwasserquelle. Ihr Erscheinen ist im vorliegenden Falle durch den unter ihr befindlichen Querrücken des Grundgebirges bedingt.

Es wird zur Bildung eines Grundwasserbeckens fast durchwegs ein wasserundurchlässiges Grundgebirge vorausgesetzt, was jedoch nicht unbedingt nothwendig und häufig auch gar nicht der Fall ist; denn es wird in Schotterbecken eine Wasseransammlung auch dann erfolgen, wenn die Wasserdurchlässigkeit des Grundgebirges erheblich geringer als jene des Schotters, die Zufuhr an Wasser größer als die Abfuhr in das Grundgebirge ist. Letzteres führt in diesem Falle Grundwasser im weiteren Wortsinne, welches irgendwo als Quelle, u. zw. tiefer als D (Fig. 1), wieder zu Tage treten kann. Durch eine geeignete, z. B. muldenförmige, wasserundurchlässige Unterlagerung des wasserlässigen Grundgebirges werden alle Hohlräume desselben, da kein Abfluss stattfindet, mit Wasser gefüllt, so daß dieses trotz der vielen Hohlräume nun als wasserundurchlässiges Gestein wirkt.

Würden die Zuflüsse von Tagwasser in das Grundwasserbecken gänzlich aufhören, so würde die Quelle bei D stets spärlicher fließen, endlich versiegen; der Grundwasserspiegel wäre dann im Profile E D, d. i. eine von D nach E außerordentlich sanft ansteigende Fläche, welche sich bei gleichartigem Materiale einer Ebene sehr nähern wird; wir heißen sie den Stauspiegel, dessen Neigung zum Horizonte (Widerstandsgefälle) von den Bewegungswiderständen (Reibung, Adhäsion, Capillarität) des Wassers bedingt ist. In einem an größeren Zwischenräumen reichen Materiale, wie z. B. Schotter, wird das Widerstandsgefälle kleiner sein, als in einem mit kleinen Zwischenräumen, wie es

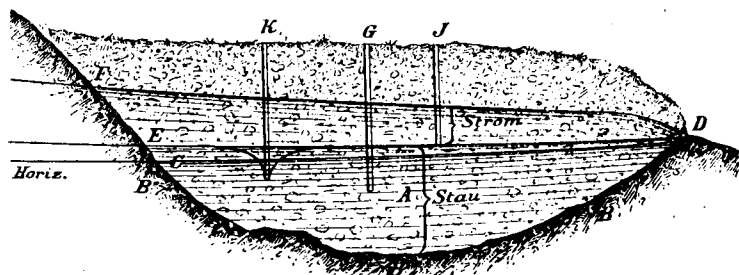


Fig. 1.

z. B. der Sand ist. Das im Becken unterhalb des Stauspiegels E D vorhandene Grundwasser ist mit einem zu- und abflusslosen Teiche zu vergleichen. Würde man aus ihm das Wasser im Brunnen K schöpfen, so würde sich anfänglich der bekannte Depressionstrichter bilden, dessen Basis sich stetig erweitern, dann den ganzen Stauspiegel E D beeinflussen wird, der stetig tiefer sinken würde, bis er die Sohle des Brunnens K erreicht.

Von letzterer aus ging dann, nach auswärts mit dem Widerstandsgefälle ansteigend, ein Rotationskörper, dessen Erzeugende fast eine Gerade ist. Würde der Brunnen im Tiefsten der Mulde angelegt sein, so könnte dieser zuflusslose Grundwasservorrath gänzlich erschöpft werden.

Die unter dem Stauspiegel *ED* gelegene Wassermenge sei Grundwasserstau oder kurz Stau geheissen. Tritt zu diesem Tagwasser welcher Art immer, so muss dasselbe über *ED* abfließen, die Grundwasserquelle *D* bildend. Dieses fließende Wasser nennen wir Grundwasserstrom oder Strom kurzweg, der in Fig. 1 als *FED* im Längsschnitte erscheint. Man kann sich nun den Stau als wasserundurchlässige Masse von gleicher, sanfter Neigung vorstellen, über welche der Strom hinweggleitet.

Diese Zweitheilung des Grundwassers in seinen Stau und Strom wurde bisher nicht oder nicht genügend hervorgehoben; ein Uebersehen in dieser Hinsicht bedingt die ärgsten Irrthümer in den Berechnungen, wie sie behufs Wasserversorgung durchzuführen sind. Denn bei der Frage nach der Ergiebigkeit eines Grundwasserbeckens handelt es sich vorerst nur um den Wasserreichthum und die Fassbarkeit des Stromes.

Wäre es möglich, durch den Brunnen *J*, dessen Sohle in dem Stauspiegel liegt, das ganze Querprofil des Stromes zu beherrschen, d. h. den ganzen Strom abzufangen, so wäre dies jene Wassermenge, welche der Wasserversorgung im besten Falle zur Verfügung stünde. Selbstredend würde dann die Grundwasserquelle bei *D* versiegen. Der Grundwasserstau hat nur die Bedeutung eines Reservoirs, eines Ausgleichers. Würde in ihn ein Brunnen *G* mit der Sohle hineinreichen, so wird seine anfängliche Ergiebigkeit eine um so größere als die des Brunnens *J* sein, je tiefer seine Sohle im Stane liegt, weil nicht blos der Strom ausgenützt, sondern anfänglich auch von dem großen Stauvorrathe Wasser entnommen wird. Durch diese größere Wasserförderung, welche die Ergiebigkeit des Stromes überschreitet, würde, entsprechend dem früher Erläuterten, der Stauspiegel *ED* allmählich, und schließlich bis zur Brunnensohle sinken, so daß die Ergiebigkeit abnehmen würde und schließlich wieder nur der Strom zur Verfügung stünde.

Anders gestalten sich die Verhältnisse bei veränderlicher Ergiebigkeit des Stromes. Nimmt diese ab, so kann der Mehrbedarf dem Stau entnommen werden, welches Deficit sich später ersetzen wird, wenn der Strom mehr Wasser bringt, als gefördert wird. Durch den Stau können sowohl die Schwankungen in der Ergiebigkeit des Stromes, als auch jene des Bedarfes ausgeglichen werden. Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn die mittlere Ergiebigkeit des Stromes, soweit er vom Brunnen beherrscht wird, gleich dem mittleren Bedarfe ist.

Der Stau wird durch die Muldenform des Grundgebirges, bzw. durch den Querrücken bei *D* (Fig. 1) bedingt; die Configuration des Grundgebirges ist am Tage jedoch häufig nicht zu ahnen, da das Hoch und Nieder durch die jungen Schutt-, Schotter- und Sandmassen ausgeglichen wurde. Ein Querrücken braucht jedoch nicht immer, wie die Fig. 1 voraussetzt, bis zu Tage reichen, sondern kann übertags durch die genannten fluvialen Massen fast eben überdeckt werden. Es können sich dann im Thaluntergrunde mehrere Becken bilden, deren Querrücken häufig staffelförmig, dem Thalgefälle entsprechend, tiefer liegen. Es bildeten sich in diesem Falle Grundwasserbecken, wovon das tiefere durch den Ueberfall des oberhalb liegenden gespeist wird, abgesehen von den zufälligen Zufüssen, die das untere Becken erhalten kann. In Fig. 2 sind derartige Vorkommen in einem Längsschnitte dargestellt. Der Grundwasserstrom wird von *a* bis *b*, ebenso von *c* bis *d* ein geringes, hingegen zwischen *b* und *c*, sowie *d* und *e* ein starkes Gefälle besitzen. Da bekanntlich die Stromoberfläche, durch Brunnen, Bohrlöcher und Nortonröhren aufgeschlossen, behufs eingehender Studien mittelst Höhenschichtenlinien analog einem Tagterrain dargestellt wird, so werden naheliegende Schichtenlinien zunächst auf einen Querrücken des Grundgebirges hindeuten. Dieses Stauwehr kann aber auch aus einer, das Wasser schwer- oder undurchlässigen, der Bildungszeit der lockeren Schottermassen angehörigen Einlagerung bestehen,

welcher Fall übrigens seltener vorkommt, und der, wie in allen diesen Betrachtungen stets nur ein Grundwasserstockwerk vorausgesetzt, in hydrologischer Hinsicht gegenüber einem Grundgebirgsrücken keinen wesentlichen Unterschied bieten würde.

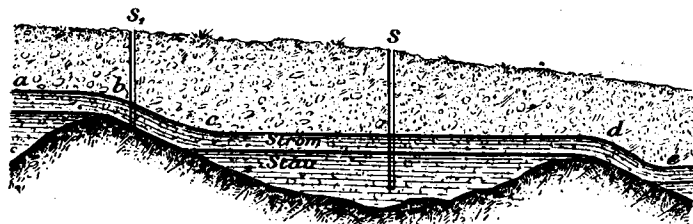


Fig. 2.

Der Brunnen *S*, im Becken angesetzt, hat den Vortheil, den Stau als Ausgleicher ausnützen zu können, worauf jedoch der Brunnen *S*<sub>1</sub> verzichten müsste. Ueberdies kann nicht vorausgesetzt werden, daß der Kamm eines längeren Querrückens horizontal und eben, oder gleichförmig eingesattelt verläuft; es ist vielmehr wahrscheinlich, daß der Ueberfall an mehreren Orten erfolgt, wodurch der Wasserreichthum dieser Stromschnelle ganz ungleich vertheilt ist, was bei einer Brunnenanlage sehr verhängnisvoll werden kann. Es wird sich deshalb bei der vollen Ausnützung eines großen Grundwasserbeckens, bzw. bei großem Wasserbedarfe stets empfehlen, den Brunnen zwischen zwei Stromschnellen zu legen, wie dies auch alle mit den Grundwasserverhältnissen Vertrauten thaten. Und dennoch kann auch dann noch ein Misserfolg eintreten, wenn man sich nicht früher durch Bohrungen u. dgl. über die Terrainverhältnisse des Grundgebirges ein klares Bild machte. Denn in einem Grundwasserbecken können secundäre Querrücken vorhanden sein, welche nicht bis zur Stromoberfläche reichen und von dieser somit auch nicht angedeutet werden können. Wird ein Brunnen in- oder unterhalb einer solchen Stromschnelle niedergebracht, so können, wenn durch die Wasserentnahme der Spiegel gesenkt wurde, ähnliche Missstände wie die früher geschilderten auftreten. Im besten Falle kann sich der Depressionstrichter nicht frei entwickeln. Letzteres kann auch durch Längsrücken eintreten, d. h. solchen Grundgebirgsrücken, welche annähernd in der Stromrichtung liegen. Sie können über den normalen Stromspegel auf längere Erstreckung emporragen, um dann unter ihm noch eine Welle fortzusetzen, wodurch auch eine Zweitheilung — im horizontalen Sinne — des Stromes bedingt sein kann., was selbstredend für das ganze Wasserregime von größter Bedeutung werden würde. Sind die Versuchsbohrungen, wie meist, nur wenig in das Wasser eingedrungen und in geringen Entfernungen durchgeführt worden, so wird sich ein solcher wasserfreier Längsrücken bald nachweisen lassen. Ist eine solche Erhebung des Grundgebirges jedoch von Wasser bedeckt, so würde er bei der erwähnten Untersuchungsmethode leicht übersehen werden; er würde jedoch seinen Einfluss geltend machen, sobald eine ausgiebigere Wasserentnahme durchgeführt würde, u. zw. in erhöhtem Maße, je näher ihm der Brunnen gestellt wurde. Solche unter dem Grundwasserspiegel versteckte Längsrücken können für die Wasserentnahme verhängnisvoller als Querrücken sein.

Diese Erörterungen dürften genügen, um zu beweisen, daß eine genaue Kenntnis der Configuration des unter dem Grundwasser gelegenen Grundgebirges nothwendig ist, falls man sich vor Misserfolgen gänzlich sichern will. Naturgemäß wird diese Kenntnis in der näheren Umgebung der projectirten Brunnenanlage\*) möglichst in's Detail einzudringen haben; denn der Stromspegel gibt nicht ein genügend richtiges Bild vom Untergrunde des Beckens.

Nur zu häufig wird in den Berichten über die Wasserversorgung der Städte mittelst Grundwasser hervorgehoben, daß der Versuchsbrunnen zu nahe einer Quer- oder Längsstauung gelegt wurde, weshalb seine Ergebnisse, sowohl in praktischer als auch in theoretischer Hinsicht, nicht vollends maßgebend sind!

\*) Dies gilt sowohl von dem Versuchs-, als auch vom definitiven Brunnen.

Eine genauere Sondirung des Grundgebirges hätte davor bewahrt; die hierfür nothwendigen, nicht bedeutenden Mehrkosten wären vollends gerechtfertigt gewesen. Uebrigens wird man, abgesehen vom Nivellement, auch durch ein genaues Studium der Schwankungen eines Grundwasserspiegels auf das Vorhandensein eines Stauwehrs hingewiesen; denn die Wasserstände der in ihm angelegten Brunnen schwanken nicht so sehr als jene des weiten, tiefen Grundwasserbeckens, eine Erscheinung, die wir ja auch an den obertägigen Wasserläufen beobachten können.

Wir wollen nun unsere Betrachtungen über die Bedeutung des Grundwasser-Staues und -Stromes weiter verfolgen. Wird ein Grundwasserbecken statt mittelst Brunnen durch einen Stollen aufgeschlossen, so wird dieser bis zum Stauspiegel (*ED* Fig. 1) vorzutreiben sein. Greift er tiefer in das Wasser ein, so wird er anfänglich auf Kosten des Stauvorrathes mehr Wasser liefern, wodurch der Stauspiegel so lange sinken wird, bis er das Feldort des Stollens erreicht. Von nun ab ist nur mehr der Strom zur Verfügung, dessen veränderliche Ergiebigkeit sich in der dem Stollen entfließenden Wassermenge ganz unmittelbar äußern wird. Die Stollenanlage verzichtet somit auf den großen Vortheil, den der Stau als untätiges, natürliches Reservoir, als Ausgleich der Stromergiebigkeit bietet.

Ohne Schwierigkeiten kann die Breite des Grundwasserstromes, nämlich an seinem Spiegel gemessen, und seine Geschwindigkeit, bzw. sein Gefälle ermittelt werden; wäre nebst dem Porenverhältnisse auch noch die geringste Strommächtigkeit bekannt, so wären jene Elemente gegeben, auf welche sich die verlässlichen Ergiebigkeitsberechnungen stützen können. Die bisherigen analytischen Untersuchungen dieser Art setzen stets voraus, daß alle im Versuchsbrunnen erzeugten und sich später in der definitiven Anlage bildenden Depressionstrichter in Gänze im Strome liegen. Ist dies insbesondere bei letzterer nicht der Fall, so treten Misserfolge ein. Es ist somit eine der wichtigsten Aufgaben der Grundwasseruntersuchung, in einem gegebenen Grundwasserprofile die Strommächtigkeit zu bestimmen, wozu folgender einfacher Vorgang führt.

Man bestimmt die Geschwindigkeit  $c$ , mit welcher der Grundwasserstrom ein bestimmtes Profil, normal zur Stromrichtung gelegt, überschreitet. Dies dürfte am besten mittelst der Thiem'schen Salzungs-methode geschehen, die hier kurz angedeutet sei. Der Stromspiegel ist durch Isohypsen festgelegt, zu welchen normal die Stromrichtungen sind. Gießt man in einen Brunnen oder in ein Grundwasserbohrloch eine concentrirte Kochsalzlauge, so wird dieselbe sich im Wasser theils durch Diffusion ausbreiten, theils im Stromstriche weiterbewegen. Im letzteren befindet sich ein zweiter Brunnen, in welchem durch Titriren mittelst Silbernitrat und Kaliumchromat, letzteres zugleich als Indicator, das Eintreffen des höchsten Chlornatriumgehaltes bestimmt wird. Ist die Entfernung der beiden Brunnen und die Zeit der Wanderung des Concentrationspunktes bekannt, so ist es auch die Geschwindigkeit  $c$ .

Im Querprofile Fig. 3 werde im Schachte *S*, dessen Stöße wasserlässig sind, der Stromspiegel *AB* von *G* nach *C* durch

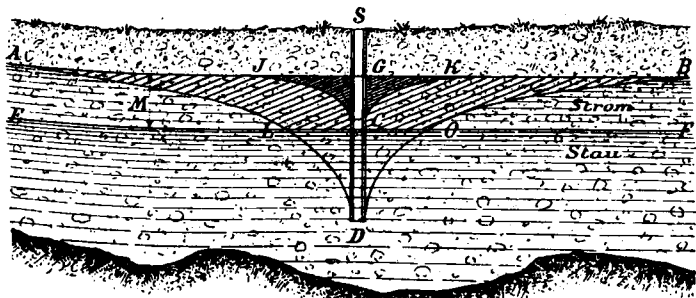


Fig. 3.

Wasserentnahme gesenkt, wodurch ein Depressionstrichter gebildet wird, dessen Querschnitt *JCK* durch eine Reihe von Bohrlöchern oder Nortonröhren festgestellt wird, sobald in demselben der Beharrungszustand eingetreten ist. Daß diese rechts und links vom Versuchsbrunnen befindlichen Beobachtungspunkte in einer

zur Stromrichtung normalen Geraden liegen sollen, bedarf füglich nicht weiters hervorgehoben zu werden. Dem Grundwasserstrom wird eine seiner Geschwindigkeit  $c$  und dem Querschnitte *JCK*, dessen Fläche  $= f$  ist, entsprechende Wassermenge  $q$  entnommen werden; doch nicht die ganze Fläche  $f$  ist das Durchflussprofil, sondern nur die Summe der in derselben befindlichen Zwischenräume (Porenprofil), welche bei einem gleichförmigen Material einen bestimmten Procentsatz  $k$  vom ganzen Profile  $f$  einhält. Es ist somit die geförderte Wassermenge, welche gemessen wird,

$$q = kfc \text{ oder } k = \frac{q}{fc} \quad \dots \dots \dots 1)$$

In letzterer Formel sind die Größen  $q$ ,  $f$  und  $c$  bekannt, folglich ist es auch der Porencoefficient  $k$ .

Es sei hier eingeschaltet, daß statt der Geschwindigkeit  $c$  auch das Gefälle des Stromspiegels  $\alpha$ , aus dessen Isohypsenkarte sofort zu entnehmen, eingeführt werden kann; denn das Darcy'sche Filtrationsgesetz lässt sich in diesem Falle auch in die Form bringen:  $c = k_1 \sin \alpha$ , worin  $k_1$  einen gewissen Widerstandscoefficienten bedeutet. Dann ist  $q = kf \cdot k_1 \sin \alpha = Kf \sin \alpha$

$$\text{oder der Coefficient } K = \frac{q}{f \sin \alpha} \quad \dots \dots \dots 2)$$

Für weiters wollen wir uns der Gleichung 1) bedienen. Die Depression des Wasserspiegels wird im Versuchsbrunnen fortgesetzt, bei einer gewissen Tiefe der Spiegel gehalten, die dazugehörige Depressionscurve im Grundwasserstrom wie früher mittelst der Bohrlöcher und Nortonröhren und deren Fläche  $f_1$  bestimmt, die geförderte Wassermenge  $q_1$  gemessen, woraus sich  $k = \frac{q_1}{f \cdot c}$  ergibt. Solange sich diese Versuche innerhalb des Stromes bewegen, müssen die erhaltenen Coefficienten  $k$  gleich sein; in der That werden sie, der Ungleichförmigkeit des Untergrundes entsprechend, innerhalb gewisser enger Grenzen schwanken. Ob und in welchem Sinne sich der Untergrund mit zunehmender Tiefe ändert, das lehren die Bohrproben.

Senkt man im Schachte *S* (Fig. 3) den Wasserspiegel noch mehr, so wird derselbe endlich in den Grundwasserstau verlegt, wie dies beim Stande *D* der Fall wäre;  $k$  würde von nun ab kleinere Werthe ergeben, wenn das ganze Depressionsprofil in Rechnung gestellt wird. Auch hier wird das nach mehrwöchentlichem Pumpen geförderte Wasserquantum  $Q$  gemessen, die Fläche  $F_1$  des Depressionsprofils *ADB* bestimmt;  $c$  und  $k$  sind bereits bekannte Größen. Die theoretische Wassermenge  $Q_1$  ist  $Q_1 = k F_1 c$ . Diese wird größer als die gemessene Wassermenge  $Q$  sein, weil in der vorstehenden Rechnung vorausgesetzt wurde, daß das ganze Profil  $F_1$  (*ADB*) wasserliefernd, d. h. im Strome gelegen sei. Dies gilt jedoch nur für die Fläche *ALOB* =  $F$ , welcher das gemessene  $Q$  entspricht. Es

$$\text{ist somit } Q = kFc \text{ oder } F = \frac{Q}{kc} \quad \dots \dots \dots 3)$$

Ist  $F$  bekannt, so kann, da ja die dazu gehörende Depressionscurve bereits festgelegt wurde, auch die Mächtigkeit  $M$  des Stromes bestimmt werden, sei es im Wege der empirischen Ermittlung, sei es im Wege der Analysis, sobald diese das Gesetz der Depressionscurve bestimmt hat. Die bisher für derartige Curven entwickelten Gleichungen stimmen nicht genügend überein, und es bleibt eine auch für die Praxis sehr wichtige Aufgabe der mathematischen Physik, an der Hand der Beobachtungen die dormalen bestehenden Differenzen aufzuheben und zu beseitigen, der Praxis eine Formel zu bieten, in welche der Praktiker die von den örtlichen Verhältnissen abhängigen Coefficienten einzusetzen hat, um aus seinen Versuchen mit möglichster Sicherheit auf die Möglichkeit, bzw. Ergiebigkeit einer projectirten Anlage schließen zu können. Daß hierbei die Mächtigkeit des Stromes, welche in den bisherigen Gleichungen gar nicht erscheint, von wesentlicher Bedeutung sein wird, ist selbstverständlich. Diese Vernachlässigung scheint mir auch die Ursache, daß die aus der Curvengleichung entwickelte Quantitätsformel oft ganz gewaltige Differenzen mit den Beobachtungen in den Versuchsbrunnen aufweist, welche Abweichungen mit ganz abnormen, doch nicht

näher erläuterbaren, örtlichen Verhältnissen erklärt, bzw. nicht erklärt werden. Die Gleichung der Depressionscurve wird, insbesondere bei großem Wasserbedarfe, auch bei der Beantwortung der Frage, ob die Wasserentnahme an einer oder mehreren Stellen zu geschehen habe, ein entscheidendes Wort mitzusprechen haben.

Mit Rücksicht auf die angedeutete große Wichtigkeit jener analytischen Untersuchungen möge darauf verwiesen sein, daß die horizontale Componente der Geschwindigkeit an der Oberfläche des Depressionstrichters in demselben Curvenast im verkehrten Verhältnisse zur horizontalen Entfernung von der Brunnenachse steht. Wenigstens weisen hierauf Erhebungen hin, welche von der Münchener Wasserversorgungs-Commission veröffentlicht wurden\*) und welche im Nachfolgenden in einer etwas anderen Gruppierung wiedergegeben werden; vielleicht veranlasst dieser Hinweis, daß auch bei anderen Versuchsbrunnen derartige Geschwindigkeitsmessungen durchgeführt werden.

Im Deissenhofener Versuchsbrunnen war bei einer Spiegeldepression von 3 m:

Entfernung vom Brunnenmittel in m	Geschwindigkeit per Secunde in m	
	aufwärts in	normal zu
	der Stromrichtung	
5	24	11
10	12.1	5.6
20	6	2.8
50	2	1
100	1	0.6

Die geringen Abweichungen in den letzten beiden horizontalen Reihen sind augenscheinlich bedingt durch die Abrundung, in welcher diese sehr kleinen Geschwindigkeiten angegeben werden.

Es sei auch darauf hingewiesen, daß der Ast der Depressionscurve an den ursprünglichen Grundwasserspiegel sich nicht asymptotisch anschmiegt, wie das wiederholt angenommen wurde, sondern ihn mit dem Winkel des Widerstandgefälles trifft.

Aus den früheren Erörterungen geht hervor, daß die Mächtigkeit des Staues auf die summarische Ergiebigkeit des Stromes, also des Grundwassers, ohne einen directen Einfluss ist; es ist somit ein ganz bedeutender Fehler, der so häufig gemacht wird, die Wasserergiebigkeit eines Grundwasserbeckens auf die Weise zu rechnen, daß die ermittelte Stromgeschwindigkeit mit dem gesammten freien Profile des Grundwassers (Stau und Strom) multiplicirt wird, wodurch man freilich manchmal ganz imposante Zahlen bekommt, von welchen selbst der vierte Theil für einen bestimmten Zweck noch einen Ueberschuss darstellt. Das Fehlerhafte derartiger Rechnungen bedarf nun keiner weiteren Erläuterung. In manchen Ergiebigkeitsformeln, die auf wissenschaftlichen Grundlagen aufgebaut wurden, ist die gesammte Grundwassermächtigkeit als gleichbedeutend mit Strommächtigkeit eingeführt; daß diese Formeln eine wesentliche Correctur erheischen, ist klar. Von maßgebendem Einflusse auf die geförderte Wassermenge ist die Breite der Entnahmegrenze, quer zur Stromrichtung durch die Brunnenmitte gemessen (z. B.  $J K$  oder  $A B$  in Fig. 3). Eine gewisse Staumächtigkeit kann nothwendig sein, damit sich die Depressionscurve vollends entwickeln kann; ist eine nicht vorhanden, so kann sie künstlich durch Absenken des Brunnenschachtes in das Grundgebirge geschaffen werden, wobei sich die Curve, wenn um den Schacht herum das Grundgebirge etwas ausgehoben wird, ebenfalls ganz ungehemmt bildet. Ich sagte „etwas“ ausgehoben wird, was damit begründet ist, daß die der Parabel ähnliche Curve ihren Scheitel in der äußeren Brunnenlaibung beim abgesenkten Spiegel hat.

Unter allen Umständen muss sich die Depressionscurve querweise zur Stromrichtung unbehindert entwickeln können, sollen die Ergebnisse der Rechnung mit der Erfahrung übereinstimmen. Damit man in dieser Hinsicht keinen unliebsamen Erfahrungen zu begegnen hat, ist eine genaue Untersuchung des in diesem Profile gelegenen Grundgebirges nothwendig; dessen Einfluss soll durch Fig. 4 erläutert werden. Während sich die

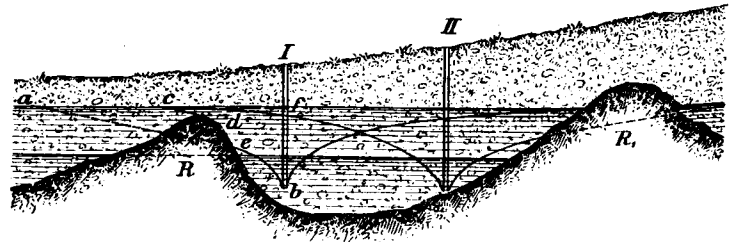


Fig. 4.

Depressionscurve vom Schachte I rechtsseitig frei entwickeln kann, ist dies linksseitig in Folge des vorliegenden Längsrückens  $R$  nicht möglich, so daß auf dieser Seite statt der vollen Fläche  $a b f$  die kleinere  $c d e f$  für die Stromabfangung zur Verfügung steht. Im Schacht II schneidet der Längsrücken  $R_1$  einen bedeutenden Theil des effectiven Stromquerschnittes ab.

In einem schmalen Grundwasserbette, insbesondere wenn — wie so häufig — in Folge eines stärkeren Gefälles die Strommächtigkeit eine geringere ist, wird die Tiefe, bis zu welcher die Brunnensohle in den Stau (wenn überhaupt vorhanden) zu legen ist, eine verhältnismäßig kleine sein; ein Tiefergehen wäre zwecklos, weil die Depressionscurve sich mit dem Gebänge unterhalb des anfänglichen Stauspiegels verschneiden würde, wodurch letzterer tiefer gelegt wird.

Der Schottergrund der Thäler zeigt häufig Erweiterungen und Verengungen, womit auch eine ähnliche Configuration der Grundwasserläufer verbunden ist. Es fragt sich, ob die Wasserentnahme in den Engen oder in den Weitungen vorzunehmen ist. Die schmalen Stellen haben den Vortheil, daß der ganze Strom mit einem geringtiefen Schachte oder mit einem Stollen gefasst werden kann, jedoch den Nachtheil, daß der Stau verhältnismäßig klein oder Null sein wird, weshalb die bedeutenden Schwankungen in der Stromergiebigkeit unausgeglichen bleiben. Will man jedoch dem Strome weniger oder gleich viel Wasser entnehmen, als er in seinem Mindestwerthe liefert, so wird sich seine Fassung in der Enge empfehlen; im entgegengesetzten Falle wird man entweder künstliche Reservoirs schaffen müssen oder wird auf die Thalweitungen gewiesen, welche somit für einen größeren Wasserbedarf den Vortheil des Staureservoirs bieten, jedoch meist den Nachtheil haben, daß der Wasserspiegel tiefer liegt und stärker schwankt. Dabei handelt es sich noch darum, ob der nothwendige Bedarf aus einem oder aus mehreren entlegenen Brunnen zu entnehmen ist, wobei verschiedene Factoren, darunter auch die Strommächtigkeit, entscheidend sein werden. Es bedarf füglich keiner weiteren Bemerkung mehr, daß bei einer Wahl für die definitive Brunnenanlage die Größe der Schwankungen in der Stromergiebigkeit von großem Einflusse ist.

Der Vollständigkeit halber seien im Nachfolgenden kurz die gegenseitigen Beziehungen zwischen Grundwasser und Tagwasserläufen (Bäche, Flüsse, Ströme, Seen) angedeutet, obzwar hierbei meist nur Bekanntes geboten werden kann. Sehr häufig findet man die Anschauung verbreitet, daß die Flüsse das Grundwasser speisen, wofür gewöhnlich die Thatsache angeführt wird, daß das Steigen und Fallen des Wasserstandes im Flusse sich sehr deutlich in jenem des Grundwassers widerspiegelt. Diese Annahme, sowie der hiefür geltende Beweis ist jedoch häufig gar nicht zutreffend, wie dies nachfolgende Erörterungen zeigen. Zuvor sei jedoch bemerkt, daß das Grundwasser sich in den Tagwasserlauf ergießen oder umgekehrt letzterer das erstere speisen kann; überdies kann zwischen beiden Wassern, wenigstens örtlich, auch gar kein Zusammenhang bestehen, was jedoch ein wasser-

\*) Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1880, S. 86.



undurchlässiges Flussbett voraussetzt. Die Entscheidung hierüber, welcher der Fälle vorliegt, wird durch Nivellements erlangt. Sehr häufig speist das Grundwasser den Fluss; selbstredend liegt dann der Spiegel des Grundwassers über jenem des Flusses. Die Grundwasserquellen sind in diesem Falle am oder nahe beim Flussufer zu finden; ist letzteres aus feinem Sande zusammengesetzt, so kann man in demselben, insbesondere bei niedrigem Wasserstande, das aufquellende Grundwasser an den bekannten Erscheinungen erkennen.

In Fig. 5 bedeutet  $a b$  den Spiegel des Grundwassers,  $b c$  den des Flusses; bei  $b$  ist die Grundwasserquelle. Steigt der

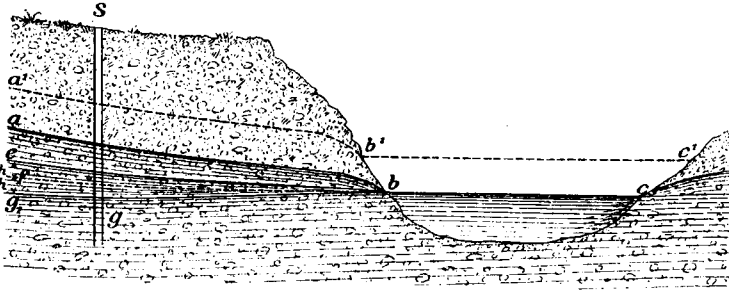


Fig. 5.

Fluss in Folge reicher Niederschläge innerhalb des Gebietes, welchem auch dieses Profil (Fig. 5) angehört, so wird gleichzeitig das Grundwasser direct reichlicher genährt und deshalb ansteigen; dieser Zusammenhang, der so oft als Beeinflussung des Grundwassers durch den Fluss gedeutet wird, wird sich auch beim Fallen beider Spiegel — in Folge Niederschlagsmangel — abermals äußern. Der Fluss kann jedoch auch dadurch anschwellen, daß er oberhalb und außerhalb des in Betracht gezogenen Grundwassergebietes reichliche Wassermengen zugeführt bekommt; es wird  $b c$  nach  $b' c'$  ansteigen, dadurch den Grundwasserabfluss nach  $b'$  verlegen, weshalb im letzteren eine Stauung eintreten muss, so daß auch höher als  $b' c'$  gelegene Grundwasserspiegel in vom Flusse entfernteren Brunnen ansteigen werden; diese können doch unmöglich vom Flusse aus gespeist worden sein. Schwillt der Fluss rasch an, so wird ein Zufluss seines Wassers in das Grundwasserbecken, u. zw. nur auf eine gewisse Entfernung hin, erfolgen, welche letztere mit Rücksicht darauf, daß der Grundwasserspiegel gegen seine Ausmündung, dem Flusse, rasch abfällt, oft nicht so groß ist, als vermuthet werden könnte. Dieser letzterwähnte Umstand gestattet dem Flusse bei allmählichem Ansteigen nur eine ganz unbedeutende Speisung des Grundwassers. Aus den Zeitnotirungen, den Pegelbeobachtungen im ober- und untertägigen Wasserlaufe können die gegenseitigen Beeinflussungen sicher ermessen werden.

Wird im Brunnen  $S$  (Fig. 5) eine größere Wassermenge geschöpft, so geschieht dies bis zum Stauspiegel  $e b$  auf Kosten des Grundwasserstromes; tiefer, also unter  $e b$ , wird der Stau beansprucht, und bei einer gewissen Tiefe  $g$  wird, wenn das Flussbeet, wie so häufig, wasserlässig ist, das Flusswasser

ebenfalls dem Brunnen zufließen, der nun Grund- und Flusswasser fördert. Wenn auch letzteres durch eine entsprechende Schotter- und Sandschicht fließt und dadurch filtrirt, somit genießbar wird, so können sich dennoch auch andere unangenehme Folgen, wie Aenderung der Temperatur des Brunnenwassers, Rechtsstreitigkeiten wegen Herabsetzung der Flusswassermenge u. dgl. m., ergeben.

Der obertägige Wasserlauf kann auch den untertägigen speisen, wofür unsere Gebirgsbäche, insbesondere in den Kalkalpen, oft darum interessante Beispiele liefern, da sich die Erscheinungen in ihrer Gänze sehr leicht übersehen lassen und zu ihrem Erkennen nicht erst Messungen aller Art benötigen. Der Bach, dessen Untergrund vorwiegend von Schotter oder Schutt gebildet ist, verschwindet in wasserarmen Zeiten gänzlich, die Bachstatt ist auf große Entfernung hin vollends trocken gelegt; weiter thalabwärts, gewöhnlich dort, wo ein Grundgebirgsquerriegel ganz oder nahezu bis an die Oberfläche empor reicht, tritt der Bach als mächtige Quelle wieder zu Tage. In wasserreichen Zeiten schwillt der Bach an jener Stelle, wo er vormals versickert war, oft mächtig an. Die Erklärung für diese Eigenthümlichkeiten ist sehr naheliegend. Der Grundwasserspiegel wird in Zeiten reicher Speisung ansteigen, erreicht die Bachstatt und füllt dieselbe an; dadurch wird auch der lockere, mit Wasser gesättigte Untergrund wasserundurchlässig und der Bach bewegt sich ohne Verlust an Wasser in seinem Bette, ja vermehrt durch die Ausflüsse des Grundwassers. Fällt letzteres, so ist der Boden der Bachstatt siebartig, das Bachwasser versickert so lange, bis der Grundwasserspiegel in dieser u. zw. weiter unten wieder zu Tage tritt. Wenn jedoch thalabwärts die Quelle mehr Wasser zu Tage fördert, als weiter oben der Bach versickern lässt, so wird der Grundwasserspiegel stetig sinken, und bleibt unterhalb der Bachsohle, — der Bach versickert, er trocknet aus. Dieses Austrocknen beginnt bei der unterhalb liegenden Quelle und schreitet allmählich bachaufwärts vor, während die Füllung des Grundwasserbeckens im entgegengesetzten Sinne stattfindet. Der Bach wird also versiegen, wenn der Grundwasserspiegel von jener Quelle, d. i. seinem Wiedererscheinen an der Oberfläche, ab weniger als die Bachsohle ansteigt.

Es ist bekannt, daß Flüsse während einer gewissen Strecke bedeutende Wassermengen verlieren, sie speisen ein Grundwasserbecken, dessen Spiegel tiefer als jener des Flusses liegt. An einer anderen Stelle werden Flüsse, ohne daß obertägige Zuflüsse vorhanden wären, auffallend wasserreich, sie werden von einem Grundwasserbecken gespeist, dessen Spiegel höher als der des Flusses gelegen ist. Ein weitgedehntes Schottergebiet kann auf ein und denselben Fluss stellenweise entleerend, strichweise wieder speisend wirken, je nachdem der Spiegel des Grundwassers tiefer oder höher als der des Flusses liegt. Legt man die Längsprofile dieser beiden Spiegel in eine Ebene, so können diese gegenseitigen Beziehungen sofort überschaut werden. Wo sich die beiden Profilinien schneiden, ist die gegenseitige Beeinflussung Null.

Leoben, Ostern 1892.

## Vermischtes.

### Personalnachrichten.

Se. Majestät der Kaiser hat dem Director für Hof-Eisenbahnreisen, Herrn Hofrath Claudius Ritter v. Klau dy, in neuerlicher Anerkennung seiner besonders ersprießlichen Thätigkeit den Orden der eisernen Krone zweiter Classe verliehen.

Der Handelsminister hat den Gewerbe-Inspector, Herrn dipl. Ingenieur Franz Klein dem Central-Gewerbe-Inspector zur Dienstleistung zugewiesen.

† **Regierungsrath Dr. phil. Heinrich Eduard Gintl** ist am 30. Juni 1892 nach längerem Siechthum in Abbazia verschieden. Derselbe wurde im Jahre 1832 zu Ungarisch-Hradisch geboren und hatte vor 40 Jahren seine in Prag begonnenen Studien am polytechnischen

Institute zu Wien mit Auszeichnung beendet. Seit dieser Zeit war er im Bau- und Betriebsdienste bei den k. k. Staatsbahnen, der k. k. priv. galiz. Carl Ludwigbahn, der russischen Südwestbahn und zuletzt bei der k. k. priv. Lemberg-Czernowitz-Jassy-Eisenbahn als Betriebsdirector, dann als Departement-Chef und Leiter des General-Inspectorates der Central-Leitung in hervorragender Weise thätig. Er beschäftigte sich auch vielfach mit fachwissenschaftlichen Arbeiten auf dem weitverzweigten Gebiete des Eisenbahnwesens und gab manche Anregung zu verschiedenen Einrichtungen behufs Erhöhung der Betriebs-Sicherheit. In Würdigung seiner Verdienste um das Verkehrswesen und um die Förderung militärischer Interessen wurden ihm zahlreiche Auszeichnungen zu Theil. Der große Kreis seiner Freunde wird diesem Fachgenossen stets ein treues Andenken bewahren.

**Offene Stelle.**

82. Ein Geometer, der Routine besitzt in Arbeiten für Eisenbahnzwecke, wird vom beh. aut. und beeid. Civil-Geometer Johann Ofner in Cilli (Steiermark) gesucht.

**Preis Ausschreibungen.**

Das Bürgermeisteramt von Brüx schreibt einen Concurs aus zur Erlangung von Plänen für den daselbst zu errichtenden Bau einer Bürgerschule. Termin 15. October. K. 100.000 fl. 3 Preise: 400, 300, 200 fl. Näheres daselbst.

Die Hermannstädter Allgemeine Sparcassa schreibt einen Concurs aus zur Erlangung von Plänen für den Bau eines zwei Stock hohen Zinshauses. K. 200.000 fl. Termin 15. Jänner 1893. Näheres die Direction der Sparcassa.

**Schutz der Standesbezeichnungen „Ingenieur“ und „Architekt“.** Gelegentlich der Berathung über das Gesetz zur Regelung der concess. Baugewerbe im h. Abgeordnetenhaus, welches in der Sitzung vom 4. Juli l. J. zur Annahme gelangte, wurde auch die auf die Petition des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, betreffend den Schutz der Standesbezeichnungen „Ingenieur“ und „Architekt“ u. s. w. bezug-habende Resolution G. \*) nach Befürwortung durch den Ueberreicher, Herrn Abgeordneten A. Siegmund, vom h. Hause angenommen.

**Die XXXIII. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure** findet in diesem Jahre in Hannover vom 29. bis 31. August statt. Dieser Verein, dessen Mitgliederzahl jetzt über 8000 beträgt, dürfte wohl die größte wissenschaftlich-technische Vereinigung auf der ganzen Erde sein; die Auflage seiner Zeitschrift, die jetzt 9350 ist, wird vom 1. Jänner n. J. an 10.000 betragen. Von den Angelegenheiten, welche auf der bevorstehenden Hauptversammlung verhandelt werden, sind die folgenden von allgemeinem Interesse: Lieferungsbedingungen für Flusseisen; Elektrotechnische Gesetzgebung; Einführung des vom Verein aufgestellten metrischen Schraubengewindes; Weltausstellung in Chicago; Gewerblich-technische Reichsbehörde; Bildung einer Ingenieur-Unterstützungscasse; Preisausschreiben über die Entwicklung der Dampfmaschine, über Reibung an Kolbenstangen und Stopfbüchsen, über Apparate zur leichten Ermittlung des Heizwerthes von Brennstoffen, u. s. w. Vorträge sind bis jetzt angemeldet: Königl. Eisenbahnmaschinen-inspector v. Borries: Ueber amerikanisches Eisenbahnwesen; Professor Dr. Kohlrausch, Rector der technischen Hochschule in Hannover: Ueber den derzeitigen Stand des Baues von Dynamomaschinen; Civil-Ingenieur Grabau: Ueber den derzeitigen Stand des Baues von Dampfmaschinen zum Betriebe von Dynamomaschinen. Ueber die Erzeugung und Verwendung des Flusseisens wird ein ausführlicher Bericht erstattet werden. Die Vormittage der drei Tage in Hannover werden den Vorträgen und Verhandlungen, die Nachmittage Ausflügen zur Besichtigung der großen industriellen Anlagen in und bei Hannover gewidmet sein. Einen vierten Tag gedenkt der Verein in Bremen und Bremerhafen zu verleben, um an ersterem Orte die Freihafenbauten, an letzterem die großen Anlagen des Norddeutschen Lloyds zu besichtigen; dabei ist eine mehrstündige Ausfahrt auf See zum Leuchthurm auf dem rothen Sande mit einem der neuesten Lloydampfer in Aussicht genommen.

**Elektrische Straßenbahnen in Berlin.**

Der Magistrat der Stadt Berlin stellte schon im Vorjahre an die Direction der großen Berliner Pferde-Eisenbahn das Verlangen, einen Theil ihres Netzes elektrisch zu betreiben; die Verwaltung dieses anerkanntermaßen vorzüglich geleiteten Unternehmens konnte sich jedoch, und zwar hauptsächlich in Anbetracht der nur mehr kurzen Dauer der bestehenden Concession, welche im Jahre 1911 abläuft, nicht entschließen, diesem Begehren sofort Folge zu leisten. Es wurde aber im Laufe des verflossenen Jahres eine aus Mitgliedern des Berliner Magistrates und der Direction der genannten Pferdebahn-Gesellschaft bestehende Commission nach Budapest entsendet, um die dortige elektrische Straßenbahn zu studiren, welche für diesen Zweck deshalb besonders geeignet erscheinen musste, weil — wie es scheint — die oberirdische Stromzuführung von vornherein ausgeschlossen war.

In der General-Versammlung vom 21. März l. J. äußerte sich nun der Director der Berliner Pferde-Eisenbahn über das Resultat dieser Studienreise dahin, daß nach seiner Meinung das System der Pester Straßenbahn für die Berliner Verhältnisse nicht tauglich sei, und zwar vor Allem aus dem Grunde, weil in den ungemein belebten Straßen der deutschen Reichshauptstadt die in Pest eingeführte Fahrgeschwindigkeit von 15 km per Stunde von der Behörde voraussichtlich nicht gestattet und dadurch ein Hauptvorteil des elektrischen Betriebes verloren gehen würde. Außerdem wäre der Unterschied in den Betriebskosten, welche gegenwärtig in Berlin per Wagen-Kilometer 19.3 kr., in Pest aber 14 kr. betragen, zu gering, und würde voraussichtlich durch die wahrscheinlich nöthig werdenden höheren Abschreibungen aufgewogen werden. Auf eine Erhöhung der Einnahmen durch die bessere Ausnützung der Wagen kann ebenfalls nicht gerechnet werden, weil man die in Wien gestattete Ueberfüllung der Wagen, welche der Pferdebahn wesentlich zu Nutzen kommt, in Berlin gewiss nicht dulden würde; der Berliner Magistrat scheint aber anderer Ansicht gewesen zu sein, denn er sprach die Meinung aus, daß, falls die große Berliner Pferde-Eisenbahn-Gesellschaft die Führung der Personen-Transportverhältnisse in Berlin behalten wolle, dieselbe mit der Anlage einer elektrisch betriebenen Probestrecke vorgehen müsse, gleichviel, was diese Strecke koste.

Dieses zielbewusste und energische Vorgehen, welches schon deshalb vollständig gerechtfertigt ist, weil die große Berliner Pferdebahn trotz sehr hoher Abschreibungen 120% Dividenden zahlt, also gewiss nicht nöthig leidend ist, hat denn auch schon Erfolg gehabt, denn die Gesellschaft hat eingesehen, daß sie sich fügen müsse, und sich daher nach mehrfachen Verhandlungen mit der Stadtgemeinde, welche hauptsächlich eine Verlängerung der Concessionsdauer und eine Herabsetzung der hohen Abgabe aus der Brutto-Einnahme an die Gemeinde für die elektrisch betriebenen Strecken bezweckten, entschlossen, das Begehren des Magistrates zu erfüllen.

Die Gesellschaft hat die Absicht, auf der im Laufe dieses Sommers auszuführenden Pferdebahnstrecke vom Lützowplatz bis zum Hansaplatz in Moabit versuchsweise den elektrischen Betrieb mittelst Sammelbatterien einzurichten, da sie der Ansicht ist, daß dieses System wegen Einfachheit der Einrichtung, Freiheit der Bewegung der Wagen, und der Möglichkeit, Betriebsstörungen rasch zu überwinden, für die weltstädtischen Verkehrsverhältnisse Berlins am geeignetsten als Ersatz für den animalischen Betrieb sei. Ferner ist die Gesellschaft bereit, eine besondere Versuchslinie entweder nach dem in Pest zur Anwendung gelangten, oder nach irgend einem anderen geeigneten System mit unterirdischer Stromführung zu betreiben, und hat zu diesem Behufe beim Magistrat um die Concession für den Bau einer Linie von der Reichenberger Straße bis zum Zoologischen Garten, beziehungsweise Schöneberg angesucht, welche zweifellos in kürzester Zeit ertheilt werden wird. Somit wird also die Bevölkerung Berlins, welcher in naher Zukunft auch elektrische Hochbahnen zur Verfügung stehen werden, noch im Laufe des heurigen Jahres Gelegenheit haben, einen Vergleich des Pferdebetriebes mit dem elektrischen bei den Straßenbahnen anstellen zu können, vielleicht wird dieser Vergleich, der gewiss zu Gunsten des elektrischen Betriebes ausfallen wird, den Erfolg haben, daß der Berliner Magistrat mit gewohnter Energie auf der einmal eingeschlagenen Bahn weiter schreitet, und auf die gänzliche Beseitigung des Pferdebetriebes dringt. Die Bevölkerung wird ihm für dieses Vorgehen gewiss sehr dankbar sein, und auch uns Wienern bleibt dann die Hoffnung, daß das Beispiel der deutschen Hauptstadt anregend wirken werde.

Oberingenieur Koestler.

**Eingelangte Bücher.**

4546. **Beiträge der Hydrographie des Großherzogthums Baden.** Vom Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie. 7. Heft. Die Waldbedeckung des Großherzogthums Baden. 40. 12 S. m. einer Karte. Karlsruhe 1892. Geschenk des Centralbureaus.

5468. **Die Bauconstruction des Maurers.** Von H. Diesener. 2. Aufl. 80. 187 S. m. 274 Holzschn. Halle a./S. 1892. L. Hofstetter. M. 4.40.

5997. **Die Wasserversorgung der Städte.** Von O. Lueger. 3. Heft. 80. 558 S. m. 146 Abb. Darmstadt 1892. A. Bergsträsser.

6463. **Regulirungs-Project des Temes-Bogathales.** Von A. v. Kovacs Sebástény. 40. 174 S. m. 19 Beil. Temesvár 1891. Geschenk des kgl. ung. Ackerbauministeriums.

\*) Siehe Zeitschrift 1892, Nr. 3.

6464. **Die Regulirung des Polzenflusses.** Von Dpl. Ingenieur F. Steiner. 80. 20 S. m. 6 Taf. u. 2 Beil. Prag 1891. H. Dominicus. fl. 2.—

6465. **Allgemeine Theorie der Freistrahlturbinen.** Von H. Ludewig. 40. 54 S. Leipzig 1891. A. Felix.

6467. **Das räumliche Wirken und Wesen der Elektrizität und des Magnetismus.** Von M. Möller. 80. 73 S. m. 8 Abb. u. 3 Taf. Hannover-Linden 1892. Manz & Lange. M. 3.50.

6468. **Experiments in Aerodynamics.** Von S. P. Langley. 40. 115 S. u. 10 Taf. Washington 1891. Smithsonian-Institution.

6469. **Die Eisenbahnen des europäischen Russland.** Von Artaria & Co. Wien 1892. 60 kr.

6470. **Ueber geräuschloses Pflaster.** Von E. O. Schulbarth. 40. 16 S. Berlin 1892.

6471. **Krone und Gulden.** Belehrungen über die Ursachen und Wirkungen der Währungsänderung. Von R. Stern. 80. 74 S. Wien 1892. M. Perles.

6472. **Die Herstellung der Valuta.** Von E. Hammer. 80. 27 S. Wien 1892. C. Konegen.

6473. **Die Verwendung von Holz zu Pflasterungen.** Von Gottheiner. 40. 8 S. Berlin 1891. W. Ernst & Sohn.

6474. **Die Zulässigkeit von gerippten Heizflächen und Chamotte-Ausmauerung bei eisernen Oefen.** Von H. Kori. 80. 8 S. Berlin 1892. G. Ahrends.

6475. **Resultate der Centrifugenrevision des Dampfkesselprüfungs- und Ueberwachungs-Vereines.** Von J. Schnirch. 80. 12 S. Prag 1892. Im Selbstverlage.

2152. **Mittheilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium** von J. Bauschinger. Heft 21. Ueber den Einfluss der Gestalt der Probestäbe auf die Ergebnisse der Zugversuche. 40. 41 S. m. 4 Taf. München 1892. Th. Ackermann. M. 10.—

3512. **Handbuch der Architektur.** II. Theil. Die Baustyle, historische und technische Entwicklung. I. Band. Die Baukunst der Griechen. 2. Aufl. Darmstadt 1892. A. Bergsträsser. M. 20.—. III. Theil. Die Hochbau-Constructions. V. Band. Koch-, Spül-, Wasch- und Badeeinrichtungen, Entwässerung und Reinigung der Gebäude. 2. Aufl. Darmstadt 1892. A. Bergsträsser. M. 18.—.

6476. **Das Rathaus in Nürnberg.** Von E. Mummenhoff. Mit Abbildungen nach alten Originalen. 80. 365 S. m. 18 Taf. Nürnberg 1891. Angekauft. M. 25.—.

6477. **Die Militär-Feuerwehr.** Von A. v. Grünzweig. 80. 95 S. Wien 1892. K. u. k. techn.-adm. Militär-Comité.

6478. **Dunkle Punkte** in unserem Wirtschaftsleben. 80. 69. S. 2. Aufl. Wien 1892. M. Breitenstein.

6479. **Studie a zkušnosti o železných drahách sepsal F. Šima.** 40. 38 S. V Praze.

6480. **O světojných výlohách železných drah.** přednášel F. Šima. 80. 30 S. V Praze 1891. Geschenk des Herrn Verfassers.

6481. **Die Wasserversorgung Wiens** nach dem officiellen Protokoll der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien. 80. 100 S. Wien 1892. A. Hölder.

6482. **Einige Bemerkungen zu den Wiener Verkehrsanlagen.** Von A. v. Lenz. 80. 32 S. Wien 1892. Geschenk des Herrn Verfassers.

6483. **Die Erzbergbahn Eisenerz-Vordernberg.** Von F. Seligmann. 40. 21 S. m. Abb. Wien 1891.

6484. **Die Tauernbahnfrage.** Von C. Büchelen. 80. 12 S. Salzburg 1892. Geschenk des Herrn Verfassers.

6485. **Was ist von dem neuen Gelde zu halten?** Vortrag von K. Mazal. 40. 15 S. Wien 1892.

6486. **Documents relatifs à l'unification de l'heure et à légalisation du nouveau mode de mesurer le temps.** 80. 31 S. m. 1 Taf. Ottawa 1891.

6487. **Festschrift zur Enthüllung der Gedenktafel für R. v. Waldheim** im k. k. österr. Museum. 40. 10 S. Wien 1892.

6488. **Statistische Notizen** über die neueren Militär-Hochbauten in Oesterreich-Ungarn. Von Schlöglhofer. 80. 16 S. Wien.

### Bücherschau.

3004. **Grundrissvorbilder von Gebäuden für die Zwecke der Land-, Garten- und Forstwirtschaft** von Ludwig Klasen, Architekt und Ingenieur in Wien. Leipzig 1892.

In der großen Reihe der „Grundrissvorbilder von Gebäuden aller Art“, welche von demselben Autor bisher erschienen, ist die vorliegende die 14. Abtheilung. Gleich den früher publicirten Theilen dieses großangelegten technischen Werkes ist auch dieser mit vielem Fleiße und mit verständnisvoller Benützung der einschlägigen Fachliteratur bearbeitet, er bietet eine reiche Fülle von Figuren und im Texte viele instructive Bemerkungen über Construction, Ausführungsarten, Kosten und auch über historische Entwicklung. Die Beispiele, sowie die Kostenangaben entsprechen zumeist reichsdeutschen Ausführungen und Gepflogenheiten. In einzelnen Fällen sind auch Elemente der Theorie und Rechnung eingestreut. Dem Titel des Bandes entsprechend, gliedert sich dessen Inhalt in Abhandlungen über Bauernhäuser, Rittergüter, Baumaterialien, Schoppenanlagen, Remisen, Schmieden, Stallungen aller Art, Eishäuser, Molkereigebäude, und einige Capitel, welche auf die Garten-gestaltung und auf forstwirtschaftliche Bauten (Jagdhäuser etc.) Bezug haben. K. . .

## Geschäftliche Mittheilungen des Vereines.

Z. 1029 ex 1892.

### Circulare XI der Vereinsleitung 1892.

Der Gewölbe-Ausschuss unseres Vereines bedarf — wie aus dem nachstehend abgedruckten Berichte vom 24. Juni l. J. entnommen werden wolle — zum gedeihlichen Abschlusse seiner Arbeiten noch der unentgeltlichen, zeitweiligen Ueberlassung von 200 t Schienen als Belastungsmateriale und eines Geldbetrages von mindestens 3600 fl. ö. W.

Ich bringe dies den Mitgliedern des Vereines, sowie den weiten Kreisen der Techniker und Interessenten mit dem Beifügen zur Kenntnis, daß der Verwaltungsrath, wenngleich er den Arbeiten des Gewölbe-Ausschusses seine volle Anerkennung zollt und alle Sympathie entgegenbringt, selbst nicht in der Lage ist, die diesbezüglich bereits gewährte Dotation zu erhöhen.

Der Verwaltungsrath bemerkt jedoch, daß die bisher dem Zwecke des Gewölbe-Ausschusses zur Verfügung gestellten Beiträge 17.000 fl. ö. W. Baargeld und überdies Leistungen im Werthe von circa 18.000 fl. ö. W. betragen, welchen Werthen gegenüber der besagte Abgang geringfügig erscheint, und er gibt sich der Hoffnung hin, daß die mit den gebrachten Opfern bekundete Theilnahme der Mitglieder und Gönner des Vereines weiter helfen werde, um eine große, mühevollen Arbeit zum Abschlusse zu bringen, welche eine der glänzendsten Leistungen unserer Vereinsthätigkeit zu bilden berufen ist. Der Verwaltungsrath appellirt

diesbezüglich insbesondere an jene geehrten Vereins-Mitglieder, welchen geschäftlicher Einfluss oder persönlicher Wohlstand es gestatten, unterstützend einzugreifen.

Wien, am 9. Juli 1892.

Der Vereins-Vorsteher:  
Berger.

Z. 1029 ex 1892.

### Bericht des Gewölbe-Ausschusses des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines

#### Über den Stand der Arbeiten bei den Probe-Gewölben.

Der Gewölbe-Ausschuss hat über den Stand der betreffenden Arbeiten mit Ende Jänner 1891 in der Nr. 9 des Jahrganges 1891 der Wochenschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, ferner über den Stand mit Ende Jänner 1892 in Nr. 10 des Jahrganges 1892 der Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines ausführlich berichtet.

Diesen Darlegungen ist zu entnehmen, daß bisher eine große Anzahl von Decken-Constructions des Hochbaues, ferner je ein 10 m weites Monier- und Betongewölbe, sodann je ein 23 m weites Gewölbe aus Bruchstein und aus Ziegeln zum Bruche gebracht wurden; endlich ist auch der Umfang der beabsichtigten weiteren Versuche und die Geldgebahrung diesen Berichten zu entnehmen.



Das Detail dieser Versuche zu veröffentlichen, ist aber heute so wenig wie damals möglich, da die Versuche noch vielfacher Ergänzungen bedürfen; zudem liegt ja der Hauptwerth dieser Veröffentlichung in dem Vergleiche des Verhaltens der verschiedenen Gewölbe-Constructions, weshalb mit derselben unbedingt mindestens bis nach der Erprobung der bereits ausgeführten weiteren Versuchsobjecte zugewartet werden muss.

Diese letzteren umfassen vier kleinere Hochbaugewölbe, dann ein 23 m weites Gewölbe aus Stampfbeton, ein ebensolches Monier-Gewölbe und einen eisernen Bogenträger, gleichfalls mit 23 m Stützweite. — Alle diese Objecte werden im Laufe der nächsten zwei Monate zum Bruche gebracht.

Durch die zahlreichen Versuche auf dem Gebiete des Hochbaues (15 diverse Gewölbe und 2 bombierte Wellblechdecken) wird es möglich sein, verlässliche Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Tragfähigkeit jeder einzelnen Decken-Construktion zu erlangen, und insbesondere auch das Verhalten einiger neuen, bisher noch nicht genügend gewürdigten Gewölbearten klarzulegen.

Die beiden bereits durchgeführten Versuche mit 23 m weit gespannten Unterbaugewölben haben das äußerst werthvolle Resultat ergeben, daß die beobachtete Deformation der einseitig belasteten Gewölbe, sowie auch die aufgetretenen Brucherscheinungen mit der Theorie eines beiderseits eingespannten elastischen Bogens in vollem Einklange stehen, so daß alle so häufig auftauchenden Zweifel, ob diese neuere Theorie auf Bruchstein- und Ziegelgewölbe anwendbar sei, hiemit vollständig behoben sind.

Der Ausschuss sieht sich jedoch genöthigt, dem Vereine, beziehungsweise der technischen Welt gegenüber darzulegen, welche Versuche unbedingt noch vorzunehmen sein werden, um den Gegenstand in erschöpfender Weise zu erledigen und bemerkt diesbezüglich Folgendes:

Die bisher geübte und für weiterhin in Aussicht genommene Belastungsart der Unterbau-Gewölbe, wobei die Lasten nur auf eine Hälfte des Gewölbes aufgebracht werden, erzeugt die größten Zugspannungen im Materiale, u. zw. wurden die beiden erprobten Gewölbe schadhafte, als das auf Zug beanspruchte Mauerwerk eine Anspruchnahme von 10 kg per Quadratcentimeter erfuhr, wobei die größte Druckspannung, welche hierbei — bevor das Gewölbe rissig wurde — auftrat, nach der Rechnung 26 kg per Quadratcentimeter, sich nirgends durch Schäden äußerte, woraus hervorgeht, daß bei Mauerwerks-Herstellung im Großen nur ungefähr  $\frac{2}{3}$  der an Probekörpern ermittelten Zugfestigkeit erzielt wird.

Ein Vortheil der Probebelastung auf Zug ist ferner, daß selbe mit den vorhandenen Belastungsmitteln in allen Fällen leicht bis zum Bruche durchgeführt werden kann.

Die Belastung auf Zug ist aber zur Charakteristik von Gewölbeconstructions nicht erschöpfend und bedarf einer Vervollständigung durch Druckversuche im Großen, um auch diesbezüglich einerseits die Richtigkeit der Gewölbetaheorie, andererseits das Verhältnis zu den Versuchen an Probekörpern festzustellen.

Der Umstand, daß in der Praxis des Gewölbebaues Zugspannungen im Mauerwerke vermieden werden, erhöht den Werth von Druckversuchen für die Praxis, indem der Einfluss der Verschiedenheit der Gewölbe-Materialien nur so zur vollen Geltung gelangen kann. Anbelangend die diesfalls nothwendigen Ausmaße der Gewölbe ergibt die Rechnung, daß Gewölbe nach der vom Ausschusse gewählten 23 m weiten Type (A) mit den zur Verfügung stehenden Belastungsmaterialien durch Vollbelastung niemals zum Bruche gebracht werden können, da selbst die Last von 40 t per Meter erst einen Maximaldruck von 200 kg per Quadratcentimeter erzeugt, ein Druck, welchem Mauerwerk in allen Fällen widerstehen wird.

Dieser Umstand ergibt die Nothwendigkeit, für die Vollbelastung eine neue, der bestehenden ähnliche, aber wesentlich schwächere Type zu schaffen, in welcher Beziehung sich empfiehlt, die Spannweite von 23 m auf 10 bis 12 m, die Gewölbsstärke im Scheitel von 0.60 m auf 0.30 m und die Kämpferstärke von 1.10 m auf ebenfalls 0.30 m zu verringern.

Diese schwächeren Gewölbe können zweifellos durch die Volllast von 40 t per Meter im Maximum zum Bruche gebracht werden.

Für die Vollbelastung sind seitens der k. k. General-Direction der österr. Staatsbahnen 255 t Schienen (d. h. zuzüglich der Last des Gerüstes per Meter Gewölbe 25 t) zur Verfügung gestellt, während die Beschaffung von 200 t Schienen noch nothwendig wird.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, erachtet der Ausschuss für unumgänglich nothwendig, zwei Gewölbe von 10—12 m Spannweite einer Vollbelastung zu unterziehen, u. zw. ein Gewölbe aus Schlimp'schen Klinkern und ein Gewölbe aus gewöhnlichen Ziegeln, während von der Ausführung weiterer Versuche und namentlich auch der eines Quadergewölbes abgesehen werden muss, weil mit 31. December der Termin für die Räumung des Versuchsplatzes in Purkersdorf abläuft und bis dahin nur diese, nicht aber noch weitere Versuche auszuführen möglich ist.

Für das Schlimp'sche Klinkergewölbe spricht hiebei nebst dem hohen Interesse, welches dieses Material an und für sich in Anspruch nimmt, der Umstand, daß Herr Architekt Schlimp die Bestrebungen des Comité's durch Leistungen und Beiträge im Werthe von circa 1150 fl. unterstützt.

Die Ausführung beider dieser Versuche ist aber an die Bedingung geknüpft, daß einerseits die zur Vollbelastung noch erforderlichen 200 t Schienen von den österr. Eisenbahnen ganz oder nahezu kostenfrei auf 3 Monate zur Verfügung gestellt werden, und daß andererseits die hohen Behörden und sonstige Interessenten sowie Förderer der Bau-technik einen zur Verwirklichung dieser Anträge noch erforderlichen Betrag von mindestens 3600 fl. österr. Währ. zur Verfügung stellen.

Der Gewölbeausschuss stellt an den Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein die Bitte, das Erforderliche in diesem Sinne veranlassen zu wollen.

Wien, am 24. Juni 1892.

Der Obmann-Stellvertreter des Gewölbe-Ausschusses des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines:

Prenninger.

### Zur gefälligen Beachtung!

Die Herren Vereinsmitglieder werden hiemit verständigt, daß am 18. und 19. I. M., je 8 Uhr Früh, im Steinbruche des Herrn Civil-Ingenieurs Figdor nächst der Station Ober-Weidlingau (Westbahn) Belastungsproben mit einem Stampfbeton-Gewölbe der Firma Pittel und Brausewetter vorgenommen werden.

Zu diesen Proben sind die Herren Vereins-Collegen freundlichst eingeladen.

## 16. Verzeichnis

der für das zu errichtende Schmidt-Denkmal gewidmeten Beträge.

	Gulden u. W.
483. Oberbayerischer Architekten- und Ingenieur-Verein in München, 390 Mark	226.69
484. Mittelrheinischer Architekten- und Ingenieur-Verein in Darmstadt, 100 Mark	58.52
485. Hanusch A., k. Rath, Fabriksbesitzer in Wien	100.—
486. Doderer W., Ritter von, o. ö. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien	100.—
487. Tüschner Ferdinand, Maschinenfabrikant in Wien	25.—
488. Württembergischer Verein für Baukunde in Stuttgart, 800 Mark	468.40
Summe fl.	978.61

Hiezu Verzeichnis 1—15 fl. 20.030.55  
Summe ö. W. fl. 21.009.17

Wien, den 10. Juli 1892.

Das Schmidt-Denkmal-Comité:

Der Obmann:

Franz Berger,

k. k. Oberbaurath, Stadtbaudirector.

**INHALT.** Neue Zerbrechversuche mit verzahnten Trägern. Von Moriz Bock, k. u. k. Hauptmann im Geniestabe. — Die Ergiebigkeit eines Grundwasserstromes. Von Prof. H. Höfer in Leoben. — Vermischtes. Elektrische Straßenbahn in Berlin. Von Oberingenieur Koestler. Eingelangte Bücher. Bücherschau. — Geschäftliche Mittheilungen des Vereines: Circulare XI der Vereinsleitung 1892. Bericht des Gewölbe-Ausschusses des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines über den Stand der Arbeiten bei den Probe-Gewölben. Zur gef. Beachtung. 16. Verzeichnis der für das zu errichtende Schmidt-Denkmal gewidmeten Beträge.

Eigenthum und Verlag des Vereines. — Verantwortl. Redacteur: Paul Kortz, beh. aut. Civil-Ingenieur. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.

# ZEITSCHRIFT DES ÖSTERR. INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

XLIV. Jahrgang.

Wien, Freitag den 22. Juli 1892.

Nr. 30.

## Ueber Straßenbahnen mit Seilbetrieb.

Von E. A. Ziffer.

### Allgemeine Bemerkungen.

Bei der immer zunehmenden Bedeutung des Straßenbahnwesens erscheint es mir gerechtfertigt, auf ein Verkehrsmittel mit seinen besonderen constructiven Eigenthümlichkeiten hinzuweisen, welches sich von den bisher seit 33 Jahren in Europa angewendeten Straßenbahn-Bau- und Betriebssystemen mit animalischer und mechanischer Triebkraft wesentlich unterscheidet und insbesondere in Amerika, sowohl in technischer als finanzieller Beziehung bedeutsame Erfolge erzielt hat. Namentlich aber beschäftigt die Lösung der Frage nach einem entsprechenden Ersatze der Trambahnen mit Pferdebetrieb, seit langem die technische Welt und werden daher alle neu auftretenden Systeme, mögen dieselben nun Dampf, Elektricität oder eine andere unmittelbar bewegende Kraft oder die directe Uebertragung durch das Zugseil zur Verwendung bringen, in allen Kreisen mit großer Aufmerksamkeit verfolgt. Letzteres Bahnsystem, kurzweg auch Seil-, Kabel- oder Taubahnen (Cable Street Railroads) genannt, soll nun den Gegenstand der Abhandlung bilden; demselben liegt der Gedanke zu Grunde, daß auf einem Geleise die Fahrzeuge durch ein Seil fortbewegt werden, welches wieder von einer abseits gelegenen stationären Kraftquelle aus betrieben wird.

Die Anwendung des Seiles als Zugkraftmittel bietet nichts bemerkenswerthes Neues, da der Seilbetrieb schon vor vielen Jahren in Bergwerken\*), bei Eisenbahnen\*\*) und Canälen\*\*\*) mit Erfolg eingeführt wurde. Als Vorbild die beweglichen Seile in einem unterirdisch gelegenen Gehäuse, Canal oder in einer Röhre zu führen, diente die seit 1810 bekannte Construction der atmosphärischen Eisenbahn, bei welcher die Wagen mit einem Kolben verbunden waren, der thunlichst luftdicht schließend, zwischen den Schienen in einem besonderen unterirdischen Rohre, das seiner ganzen Länge nach mit einer Öffnung (Schlitz) versehen war, angebracht und durch Luftdruck oder Luftverdünnung in der bekannten Weise in Bewegung gesetzt wurde.

### Geschichte und Entwicklung der Seilbahnen für den Straßenverkehr.

Die erste Anregung für die Anwendung von constant beweglichen Seilen in einem solchen unterirdischen Canale oder Rohre, erfolgte im Jahre 1845 über Vorschlag W. Brandling's, nach welchem man mittelst einer geeigneten Vorrichtung im Stande war, in einem unter dem Terrain befindlichen Rohre, in dem sich ein Seil bewegte, die passirenden Fahrzeuge derart in Gang zu setzen, daß der Greiferapparat entweder die Bewegung des Seiles aufnehmen oder sich von denselben befreien konnte.

Im Jahre 1858 wurde durch E. S. Gardiner aus Philadelphia die wichtige Erfindung gemacht, daß zwischen den Geleisen

einer Straßenseilbahn im Canal, der an der Straßenoberfläche einen fortlaufenden länglichen Einschnitt hatte, angewendet wurde; der Canal war außerdem so eingerichtet, daß ein Seil über eine Anzahl von Rollen lief, welches dazu benützt werden konnte, um die Wagen auf den Schienen entlang zu ziehen, ohne hiebei den Verkehr der die Straße benützenden gewöhnlichen Fuhrwerke zu behindern. Wiewohl Gardiner weder in nähere Details noch in die Methode des Ergreifens des Seiles einging, so scheint es doch klar zu sein, daß seine Erfindung und jene von Brandling den ersten praktischen Anstoß gegeben hat. Im nächsten Jahre schlugen Foster und Brown vor, ein hochgelegtes Seil ohne diesem Systeme war ein geeigneter Greiferapparat vorgesehen, welcher über den Wagen das Seil erfassen oder dasselbe freigeben konnte. Im Jahre 1866 beantragte C. F. Harvey ein Seilsystem, welches in der Anwendung von Muffen oder Ringen auf einem unterirdischen, stetig bewegten Seile bestand, so daß gabelförmige Greifer oder Klauen, welche von den auf den Geleisen zu passirenden Wagen herabgelassen wurden, von diesen Ringen erfaßt werden mußten und dadurch die Wagen mitnahmen. In den nachfolgenden Jahren wurden eine Menge neuer Erfindungen für den Betrieb ober-\*) und unterirdischer Seilbahnen gemacht, die aber nicht entsprachen. Soviel bekannt, wurde bis jetzt mit oberirdischen Seilbahnen für die Personenbeförderung auf öffentlichen Straßen kein Erfolg erzielt, obwohl im Jahre 1868 auf der Hochbahn (elevated railway) in New-York ein diesbezüglicher Versuch erfolgte. Ein ähnliches Project wurde kürzlich in Atlanta in Vorschlag gebracht.

Das oberirdische System findet schon aus praktischen Gründen allein, insbesondere wegen der Lage des bewegenden Seiles mancherlei Einwendung, obwohl dasselbe in Bergwerken und auf steilen Bahnen zulässig ist. Erst im Jahre 1869/70 ist es dem General Beauregard in New-Orleans gelungen, die Principien der modernen Seilgreifer aufzufinden, die zwar für oberirdische Seile gedacht, aber für die Entwicklung des Seitengreifer-Apparates mit mechanischer Bewegung maßgebend waren. Im Jahre 1872 wurde Thompson ein Patent für einen in einem Canale angebrachten Motor verliehen, und verdienten seine Vorschläge insoweit Beachtung, als es hiedurch ermöglicht wurde, das Seil im Canale zu spannen und den Straßenkörper in Ordnung zu halten. Dieses Patent gibt auch den ersten Anspruch auf die Erfindung der Joche. Das Verdienst der praktischen Anwendung dieser Erfindung gebührt Hallidie, Eppelsheimer, Root, Hovey, Miller\*\*) und Paine, welche sich unzertrennlich verbunden haben. Californien und insbesondere die Stadt San Francisco war es, der die erste große Entwicklung des Seilbetriebes zu danken ist. Das hügelige Terrain und die topographische Beschaffenheit von San Francisco hatte der Entwicklung der Straßenbahnen große Schwierigkeiten in den Weg gelegt, so daß der Pferde- oder Locomotivbetrieb aus ökonomischen Gründen nahezu

\*) Die Erfindung und Einführung der Drahtseile in den Bergwerken ist den Herren Smith & Newall um die Zeit von 1830 bis 1835 zuzuschreiben. Auf dem Continente sind Drahtseile besonders im Harz seit 1834 im Gebrauche und seit mehr als 25 Jahren sind Kabel mit intermittirend wirkenden Greifern, die von Hilfswagen getragen werden, auch in den Kirkwood Steinkohlengruben bei Airdrie in Schottland in Anwendung. Siehe auch: L'emploi des machines dans l'intérieur des mines. A. Devillez 1863. — Transactions of the North of England Institute of Mining Engineers 1867.

\*\*) Canterbury and Whitstable Railway, Sunderland Railway. Institution of Civil Engineers 1834.

\*\*\*) Daily Reports 1833.

\*) Eine solche oberirdische Seilbahn (Kabelhochbahn), welche über Sümpfe führt, wurde in New-York im Jahre 1865 hergestellt. Siehe: Zeitschrift für Transportwesen 1885. La Nature de sciences Nr. 755 ex 1887. Le génie civil ex 1886.

\*\*) Straßenbahnen mit Seilbetrieb in Nordamerika „Miller's Zwillings-system“. „Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1887“.

ausgeschlossen war. Diese Thatsache allein genügte, dem Seilbahnbetriebe allen nur möglichen Vorschub zu leisten, um auf die Vortheile eines schnellen und angenehmen Innenverkehrs, welchen jetzt fast jede größere Stadt der civilisirten Welt besitzt, nicht verzichten zu müssen.

Im Jahre 1872 erwarb Hallidie das erste Patent der Verbindung mit einem Seilgreifer und im September 1873 wurde die Linie Clay Street in San Francisco, \*) der Vorkämpfer der Seilbahnen in der Welt, in erfolgreicher Weise in Betrieb gesetzt. Die Bedingungen für die Ertheilung der Baubewilligung waren, daß die mit der Seilbahn versehene Straße dem gewöhnlichen Verkehre nicht mehr Störungen und Hindernisse bieten soll, als die bestehenden Pferdebahnen, ferner, daß das Seil unter dem Straßenniveau liegen und derart betrieben werden soll, daß der Wagen- und Fußgängerverkehr in keiner Weise berührt werde, daß die Wagen schnell anfahren, anhalten und an jedem Punkte der Straße controlirt werden können, endlich, daß auf oder unter der Straße keine Maschine oder kein Motor angewendet werde, welche die Pferde scheu machen oder die Sicherheit der Personen beeinträchtigen könnten. Diese Erfolge erregten in der ganzen Welt großes Interesse, da durch diese Straßenbahn mit Seilbetrieb Steigungen in der Straße von 1:6 überwunden und im Zuge derselben von circa einer Meile (1.6 km) Länge die Höhe von 300' (91.5 m) erstiegen wurden. Die Aufgabe der Ueberwindung starker Steigungen bei den Straßenbahnen, ohne daß der Betrieb ökonomisch ungünstiger wird als bei Bahnen in der Ebene, war gelöst und die weitere Entwicklung zeigte, daß Seilbahnen sowohl mit größeren Steigungen, wie auf der Linie Clay Street, als auch mit horizontalen Strecken mit gleichgünstigen Resultaten betrieben wurden. Es muss weiters noch bemerkt werden, daß die erste Seilbahnlinie durchaus gerade war und nicht jene praktischen Schwierigkeiten ergab, welche in der Benützung gewundener, in verschiedenem Niveau gelegener Straßen vorausgesetzt wurden.

Die Fortschritte in der Anwendung dieses Systems gingen jedoch sehr langsam von Statten und es verließen neun Jahre, bis eine Seilbahn in einer andern Stadt eingeführt wurde, da man den Eindruck hatte, als ob diese Betriebsmethode nur für starke Steigungen, gerade Linien und in so günstigem, gleichförmigen Klima wie in Californien mit Vortheil möglich wäre.

Erwähnt zu werden verdient noch, daß Rasmussen im Jahre 1882 verschiedene Patente für eine neue Art Seiltramway erhielt, bei welchen statt des, wie er sich ausdrückt, unzuverlässigen und reparaturbedürftigen Greifers ein verzahntes Stahlrad zur Uebertragung der Bewegung des Seiles auf den Wagen verwendet wird; über die praktische Anwendung dieses Systems liegen jedoch keinerlei Daten vor.

Während sich das Netz der Seilbahnlinien in San Francisco durch die Erbauung der Sutter Street-Linie im Jahre 1876, der California Street-Linie im Jahre 1878 und der Union Street- und Presidenc-Linien im Jahre 1881 ausdehnte, wurde erst im Jahre 1882 in Chicago \*\*) als Ersatz der Pferdebahn die zweite Straßenbahn mit Seilbetrieb hergestellt, welche trotz der besonderen Schwierigkeiten der ebenen aber gekrümmten Straßen, dann der außerordentlichen Temperaturverschiedenheiten von beinahe tropischer Sommerhitze bis zum Winterfroste von  $-25^{\circ}$  mit plötzlichen, starken Schneefällen, diesem Systeme triumphirend Geltung verschaffte. Dieser bewunderungswürdige Erfolg des Seilbetriebes ist der Geschicklichkeit und Energie C. B. Holmes zu verdanken, und von dieser Zeit an kann man die ununterbrochenen Fortschritte und die Entwicklung des Seilbetriebes rechnen.

Die Chicago City Railway Cie. besitzt 35 Meilen (56.3 km), die North Chicago und die West Chicago Straßeneisenbahn-Ge-

sellschaft 33 Meilen (53.1 km) Seilbahnen, dann sind 11 Meilen (17.7 km) von der West Chicagogesellschaft in der Blue Island Avenue im Baue, welche von der Mitte der Stadt ausgehen und unter dem Chicagoflusse führen, nach den speciellen Plänen des gesellschaftlichen Chief Engineer A. D. Whitton ausgeführt wurden und einen Kostenaufwand von 1.5 Millionen Dollar erfordern werden. \*) Mittlerweile wurden noch in San Francisco die Powell Street-Linie im Jahre 1887, dann die Geary Street-Linie im Jahre 1890 eröffnet, deren Reconstruction und Ausbau bis Golden Gate Park im Zuge ist. \*\*) San Francisco hat gegenwärtig nahezu 100 Meilen (160.9 km) Seilbahnen mit theilweise sehr bedeutenden Steigungen erfolgreich im Betriebe. Im letzten Jahre hatten diese Seilbahnen einen Verkehr von 78,630.133 Personen, \*\*\*) es hat sich somit die Zahl der beförderten Fahrgäste um mehr als das doppelte gesteigert und beträgt jetzt nahezu 900.000 pro Meile (1.6 km), die auf eine mittlere Entfernung von 6 Meilen (9.7 km) für fünf Cents fahren. Die schwierigsten Verhältnisse für Seilbahnen boten sich in Los Angeles; \*\*\*\*) daselbst wurden Bauten, wie massive große Viaducte von zusammen 4250' (1.3 km); Eisenbrücken von 2124' (1.6 km), Kreuzungen von Straßen, Flüssen und Eisenbahnen mit einer Kühnheit von Holmes ausgeführt, die früher niemals bei Tramways oder Straßenbahnen vorkamen. Die Kosten betragen £ 52.500 pro Meile (1.6 km). †)

Die erste Ausführung von Seilbahnen außerhalb der vereinigten Staaten von Amerika erfolgte in Neu-Seeland durch die Ingenieure Reid und Duncan, die eine Linie herstellten, welche die Vorstadt Roslyn mit Dunedin ††) verbindet und im Jahre 1882 eröffnet wurde; die Linie ist 3500' (1.1 km) lang, ersteigt in ihrem Laufe eine Höhe von 500' (152.5 m), mit Steigungen an einzelnen Stellen von 1:4 und 1:2½, sie ist ferner eingeleisig, mit Ausweichstellen versehen und wird nach beiden Richtungen mit einem Seile betrieben. Der große Erfolg führte in kurzer Zeit zur Herstellung einer ähnlichen, aber durchgängig zweigeleisigen Linie zur Verbindung der Vorstadt Mornington mit Dunedin.

Das Verdienst der praktischen Einführung in Europa muss hauptsächlich den unausgesetzten Arbeiten und Anstrengungen des Capitäns H. F. Mills zugeschrieben werden. In London wurde der Seilbahnbetrieb durch die Highgate Hill Tramway eingeführt und nach den Plänen von Robinson in Gemeinschaft mit Eppelsheimer aus San Francisco und Bucknall Smith aus London †††) im October 1883 begonnen und am 29. Mai 1884 in feierlicher Weise dem öffentlichen Verkehre übergeben. Die Linie ist abwechselnd eingeleisig und doppelgeleisig; sie läuft meistens in Steigungen von 1:10 und scharfen Krümmungen. Obwohl dieselbe nur 3762' (1142.7 m) lang, also kürzer als eine Meile ist und wegen ihrer geringen Spurweite von 3'6" (1.22 m) mit dem Londoner Pferdebahnnetze nicht in directer Verbindung steht, so entspricht sie dennoch allen Bedingungen des Verkehrs und den Anforderungen der Bevölkerung und wird, trotzdem daß sie in einer weniger bevölkerten und belebten und im Winter fast verlassenem Gegend geführt ist, daher nur geringe finanzielle Resultate ergibt, doch als ein ausgezeichnetes Verkehrsmittel angesehen, das in den Sommermonaten

\*) Siehe „Tunnel pour tramway funiculaire établi sous la rivière de Chicago.“ *Nouvelles Annales de la Construction*, Août 1890. „Engineering News“ „A short description of the cable system as operated by the Chicago City Railway Co.“ by H. H. Windsor. Chicago. 1887. „Rapid Transit in Chicago.“ *The Tramway and railway world*, April 1892. „The Street Railway Situation in Chicago.“ *The Street railway Journal*. January 1892.

\*\*) „Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1885.“ — „Le Génie civil 1889.“

\*\*\*), „Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1890.“ „Installation des Tramways à traction par câble sans fin de San Francisco.“ „Le Génie civil.“ Nr. 4 et 5 ex 1889 et Nr. 94 ex 1890.

\*\*\*\*), „Railway News“ 1891.

†) „Seilbahnbetrieb auf der Brooklyn-Brücke.“ *Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau* 1886.

††) „Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1886.“

†††) A treatise on Cable or rope traction as applied to the working of Street Railways by J. Bucknall Smith, London 1887.

\*) „Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1884, 1885.“ — Betriebsbericht für Straßenbahnen, Taubahnen. „Deutsche Bauzeitung 1886.“ — Die Drahtseilbahnen in San Francisco. „Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines 1887.“ Ueber Einrichtung und Betrieb von Straßenbahnen mit endlosem Seile. „Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1888.“ — „Le Génie civil 1889.“

\*\*) „Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1885, 1886.“ — Amerikanische Straßenbahnen mit Seilbetrieb. „Zeitschrift für Bauw.“ 1886.



und an Festtagen eine sehr bedeutende Personenbeförderung zu bewirken hat, und das alle Vortheile des Seilbahnsystems besitzt.

Außer London war es die Stadt Edinburgh,\*<sup>1)</sup> welche gegenwärtig zwei doppelgeleisige Linien von ungefähr  $2\frac{1}{2}$  Meilen ( $4\cdot02\text{ km}$ ) Länge mit einer Spur von  $4' 8\frac{1}{2}''$  ( $1\cdot44\text{ m}$ ) und Steigungen von 1:11 im Betriebe hat. Die Construction derselben ist nach den Plänen von W. C. Colam, welchem auch die Leitung des Betriebes obliegt, ähnlich jener von Highgate ausgeführt. Die Nordseite von Edinburgh hat so bedeutende Steigungen, daß es unmöglich gewesen wäre, die projectirte Pferdebahn zu betreiben. Sodann folgte Birmingham, wo im Jahre 1890 ein Seilbahnnetz von 6 Meilen Länge ( $9\cdot7\text{ km}$ ) durch Kincaid und Prichard aus London nach der Construction der Seilbahn in Chicago erbaut wurde und von der Birmingham Central Tramway Co. betrieben wird. Befördert wurden 4,261,050 Fahrgäste. Die Stadt Melbourne in Australien hat erst kürzlich ein ausgezeichnetes Netz von Seilbahnen in der Länge von 85 Meilen ( $236\cdot8\text{ km}$ ) vollendet, was als eine der größten und finanziell ergiebigsten Seilbetrieb-Unternehmungen angesehen wird. In den Straßen von Melbourne wurden im Jahre 1889 45,000,364 Fahrgäste auf  $43\cdot5$  Meilen ( $70\text{ km}$ ) befördert. Sydney, New-South-Wales, Bragga und Lissabon in Portugal,\*\*<sup>2)</sup> Constantinopel und Hongkong\*\*\*<sup>3)</sup> haben den Seilbetrieb bereits theilweise eingeführt oder stehen im Begriffe, denselben anzuwenden.

Während des letzten Jahres wurde eine von der Stadt Paris hergestellte, kurze, eingeleisige Seilbahnlinie mit fünf Ausweichstellen in der Länge von  $2\cdot02\text{ km}$  mit  $1\text{ m}$  Spur, die von dem Place de la République nach den Höhen von Belleville†<sup>4)</sup> führt, nach der Construction von Highgate Hill in Betrieb gesetzt, doch lässt die Einrichtung so manches zu wünschen übrig, so daß es nicht überraschen wird, wenn der erwartete finanzielle Erfolg nicht eintreten sollte. Die Brixton-Strecke der Londoner Tramway Co. wird gegenwärtig in eine Bahn mit Seilbetrieb in der Länge von circa  $5\frac{1}{2}$  Meilen ( $8\cdot9\text{ km}$ ) von der Firma Dick and Kerr & Co. umgewandelt und verschiedene Londoner Pferdebahngesellschaften (mit einer Länge von ungefähr 60 Meilen =  $96\cdot5\text{ km}$ ) sind um die Genehmigung zum Umbau ihrer Linien in Seilbahnen eingeschritten. Von derselben Firma wurde auch kürzlich eine Seilbahn von 1 Meile Länge in Devonshire hergestellt und in Betrieb gesetzt. Ferner beabsichtigt die Glasgow Pferdebahn die Umwandlung verschiedener Zweiglinien in Seilbetrieb. Auch Liverpool und Dublin haben die Absicht, künftig diesen Betrieb einzuführen. In den vereinigten Staaten von Amerika und Canada allein sind gegenwärtig schon circa 700 Meilen ( $1126\cdot3\text{ km}$ ) Seilbahnen im Betriebe, und circa 300 Meilen ( $482\cdot7\text{ km}$ ) solcher Bahnen im Baue, in welchen ein Capital von 100 Millionen Dollars investirt ist und 3500 Wagenzüge in weniger als fünf Minuten mit 6—16 Meilen ( $9\cdot7$ — $22\cdot5\text{ km}$ ) Geschwindigkeit pro Stunde auf einander folgend, von 50.000 HP befördert werden.††<sup>5)</sup> Von den Seilbahnen sind circa 90% durch Umbau der Pferdebahnen entstanden. Die Anzahl der Fahrgäste hat sich hiedurch auf das fünffache gesteigert; die Verkehrszunahme betrug 50—300%.

#### Grundzüge der Construction im Allgemeinen.

Die Aufgabe der Vermittelung des Verkehrs, namentlich aber in den Städten zu erleichtern, liegt weniger in der Anlage der Geleise, als in der Eigenart und der richtigen Wahl der Zugkraft und der Betriebsweise. Die Construction der Seilbahnen

ist ganz eigenartig, denn ihre Leistungsfähigkeit ist vom Gewichte der Fahrzeuge, resp. der Motoren und dem Adhäsions-Coëfficienten ganz unabhängig. Dieselben werden entweder eingeleisig oder doppelgeleisig hergestellt. Eingeleisige Bahnen müssen Ausweichstellen erhalten und können auch unter gewissen vortheilhaften Verhältnissen in zufriedenstellender Weise betrieben werden, doch sollte überall, wo dies ausführbar ist, ein Doppelgeleise angelegt werden. Große Verkehre mit einer 20stündigen Betriebszeit (innerhalb 24 Stunden) machen die Anwendung von Doppelgeleisen mit doppelten Seilen namentlich für den Schnellverkehr (rapid transit) erforderlich.

Das Geleise (in der Regel Langschwelen-Oberbau mit Querverbindungen) ist im Allgemeinen das Gleiche wie bei den gewöhnlichen Trambahnen und unterscheidet sich dem äußeren Ansehen nach nur dadurch, daß zwischen den Schienensträngen jedes Geleises gewöhnlich in der Mitte der später erwähnte, mit Profileisen gesäumte schmale Schlitz für die Greifer hinläuft. Die Spurweite wurde — von allen nur denkbaren Gesichtspunkten betrachtet — gewählt und beträgt zwischen  $1' 6''$  ( $0\cdot458\text{ m}$ ) bis  $6'$  ( $1\cdot83\text{ m}$ ), je nachdem es bei der Umwandlung der Pferdebahnen in Seilbetrieb mehr oder weniger zweckmäßig war, vorzugehen. Man kann aber bei Berücksichtigung aller Umstände der Spurweite von  $4' 8\frac{1}{2}''$  ( $1\cdot435\text{ m}$ ) als eine Normalspur, welche viele handgreifliche Vortheile besitzt, ansehen. Die Fortschaffung der Fahrzeuge geschieht mittelst eines, entweder in der Geleisemitte, oder seitwärts der Schienen\*) in einem kleinen Canale (auch Tunnel genannt), oder in einem Rohre unter der Straßenoberfläche auf Rollen geführten, resp. unterstützten, fortwährend in Bewegung befindlichen endlosen Stahldrahtseiles, an welches die Wagen mittelst einer Klemmvorrichtung (Greifer) [Grip] angekuppelt werden. Den Antrieb erhält das unter dem Geleise nach den Endpunkten über eine Trommel laufende Seil durch eine in der Nähe der Strecke aufgestellte, feststehende Dampfmaschine, die ähnlich den Fördermaschinen gebaut ist.

Die unterirdischen Canäle oder Rohre der Seilbahnen besitzen für die Aufnahme des Seiles und für den Durchgang und die Führung der Greifer entweder einen oben offenen Schlitz, oder einen oben für gewöhnlich geschlossenen Schlitz, damit auf die Seile nicht Staub oder Schmutz fallen könne. Dieselben werden entweder mit festen eisernen Rollen (Tragrollen) oder mit kleinen, beweglichen, auf Schienen laufenden Wagen (Lowries) unterstützt. Die ältere und gewöhnliche Construction ist, daß das Seil von einem Greifer von oben oder unten gefasst wird und die Regulirung der Geschwindigkeit der Fahrzeuge durch Gleitenlassen des Seiles in den Greiferbacken erfolgt, oder der Greifer fasst das Seil seitlich und enthält Rollen zur relativen Bewegung zwischen Seil und Greifer.

#### Construction der Canäle, Röhren oder Seiltunnel.

Der unterirdische Seiltunnel oder Canal besteht: 1. entweder aus Ziegelmauerwerk, oder 2. aus Betonröhren (Concret), oder 3. aus Betonröhren mit Eisen in Verbindung, oder 4. aus Holz und Eisen, wobei die Seitenwände so angeordnet sind, daß sie jederzeit durch Beton oder Mauerwerk ersetzt werden können, oder 5. aus gusseisernen oder schmiedeeisernen Röhren. (Das unter der Straßenoberfläche angeordnete Rohr besteht aus stählernen Trägern in Entfernungen von etwa  $1\text{ m}$ , um die, den Schlitz bildenden Schienen zu tragen. Das Kabelrohr wird in Concret eingebettet); oder endlich 6. aus Blechtafeln, durch Ständer (Gestelle, Stühle oder Jochrahmen) unterstützt, auf einer soliden Betonfundirung.

Die Joche wurden höchst mannigfaltig in Gewicht, Größe und Material zur Anwendung gebracht; an den Seeküsten, wo das Klima milder ist, haben sich am besten leichte, schmiede-

\*) „Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1885 und 1889.“ — „Edinburgh Northern Cable Tramways by William Newby Colam“ ex 1890. — „The Tramway and Railway World. März 1892.“

\*\*) „Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1889.“ — „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1889.“ — „Schweizerische Bauzeitung 1889.“

\*\*\*<sup>3)</sup> „Le chemin de fer funiculaire de Hong-Kong“. La Nature Revue de sciences. Nr. 755, ex 1887.

†<sup>4)</sup> „La Nature Nr. 830 und 905, Paris ex 1891.“ — „Le génie civil 1890 und Tome XIX Nr. 13 ex 1891.“ — „Centralblatt der Bauverwaltung 1888.“

††<sup>5)</sup> „Railway News 1891.“

\*) Ein von den Seilbahnen in Amerika abweichendes, von N. Riggensbach aus Olten (Schweiz) erdachtes System, bei welchem die Schienen, die ein symmetrisches Profil besitzen, mit der Zwangsschiene die Längsöffnung (Schlitz) bilden, die in den Canal ausläuft. Siehe: „Chemins de fer à fortes pentes et à crémaillère, traction soit par cables, Système Riggensbach.“ Zürich 1889.

eiserne oder Stahljoche von 150—300 lbs (56—111.9 kg) bewährt. Im östlichen Theile Amerikas und in den Ebenen, wo die Bedingungen des Verkehrs und des Klimas so verschieden sind, empfehlen sich Joche im Gewichte von 300—500 lbs (111.9 bis 186.5 kg). Häufig wurden zu den Jochen alte Eisenbahnschienen verwendet, die in die passende Form gebogen und mit Beton hinterfüllt, ein Kabelrohr bilden, welches eine große Steifigkeit besitzt. Die Canäle sollen derart angelegt werden, daß dieselben alle Gas- und Wasserleitungsröhren, Telegraphenkabel etc. aufnehmen können, ferner mit Einsteigöffnungen versehen, und wozu möglich schließbar sein sollen. Den Querschnitt des Canales aus ökonomischen Gründen zu reduciren, ist nicht anzurathen, besonders wenn die Greifereinrichtung hierbei in Mitleidenschaft gezogen wird.

Die Lichtweite derselben variiert zwischen 0.3 und 0.7 m, die Tiefe vom Straßenniveau 0.56—0.94 m, welche in Entfernungen von 0.9—1.2 m durch die vorstehend angeführten Joche unterstützt sind. In Gegenden, wo die Temperatur im Winter bis 20° C. sinkt, legt man die Rohre, wo das Seil läuft, bedeutend tiefer, so daß der etwa durch den schmalen Schlitz fallende Schnee sich unter dem Seile ansammeln und in dieser Tiefe sich die Bodenwärme geltend machen kann. Versuche mit erwärmter Luft haben sich nicht bewährt. Ferner sind zur Aufnahme der Tagwässer in Abständen von circa 90 m Sammelgruben anzulegen, sowie überhaupt für die Entwässerung, die von großer Wichtigkeit ist, in geeigneter Weise sowohl aus sanitären Gründen, als wegen der Verbreitung üblen Geruches eventuell durch 10 cm weite Rohre, die mit dem Straßenentwässerungscanale zu verbinden sind, Sorge zu tragen. Die obere Oeffnung des Seilcanales nach der ganzen Länge desselben, soll höchstens 19 cm betragen. \*)

#### Kabel (Seile oder Taue).

Die Seile oder Kabel bestehen in der Regel aus 6 Litzen von je 19 besten Tiegelschweißstahldrähten, die zuweilen um ein Manilahansseil geschlungen sind, die meistangewendeten Kabel haben eine Stärke von  $1\frac{1}{4}$ " (1 m wiegt bei 32 mm Durchmesser, 3.6 kg). Durch die stoßweise Beanspruchung werden die Seile bis zu  $\frac{1}{100}$  ihrer Länge ausgedehnt und durch selbstthätige oder künstliche Spannvorrichtungen auf ihre richtige Länge wieder zurückgeführt. Die Spannung der Seile beträgt 5.5 t; die durchschnittliche Zugfestigkeit 13 t pro  $cm^2$ , die bleibende Ausdehnung der Seile wird mit 1—2% geschätzt. \*\*)

Man hat übrigens festgestellt, daß ein mit Leitung und Vorrichtung zur Deckung des Schlitzes von H. C. Lowrie in Denver ausgerüsteter Wagen durch 1' (0.305 m) hohen Schnee fahren kann, ohne daß derselbe in die Leitung gelangt. Bei dieser Construction ist der Schlitz  $2\frac{1}{2}$ " (7.6 cm) breit, und wird durch einen fortlaufenden continuirlichen Deckel mit abgeschrägten Seiten geschlossen, der in einen entsprechend ausgebildeten Sitz oben in die Leitung paßt. An den Greiferschenkeln sind pflugähnliche Spitzen hinten und vorne angebracht, welche die Deckelketten aufheben, sie durch eine Oeffnung in den Schenkel durchführen und wieder in ihre Lage auf den Schlitz bringen. Der Deckel wird nur etwa 2" (5 cm) gehoben. Die Pflugschneidspitzen beseitigen auch alles, was auf dem Deckel liegt, ehe sie denselben aufheben, und reinigen ihn oben und an den Seiten, ehe sie ihn wieder niederlegen, so daß Eis und Schnee kein Hinderniß in der Anwendung sind.

Es sind Kabel in einem Stücke von 34.000'—39.000' (10.4—11.9 km) Länge im Betriebe (Oakland), aber es empfiehlt sich aus practischen Gründen mit der Länge nicht über 25.000' (7.6 km) zu gehen, namentlich dann, wenn die Straßen starke Steigungen und scharfe Krümmungen besitzen.

Die Dauer der Kabel ist für den profitablen Betrieb von großer Wichtigkeit, dieselbe beträgt je nach der Länge derselben und der Führung in günstigen Neigungs- und Richtungsverhältnissen 9—38 Monate. In Los Angeles wurden mit dem Temple Street

Cable von 12380' (3.8 km) Länge, 120.681 Meilen (194.175 km) zurückgelegt. Die durchschnittliche Dauer kann mit 14 Monaten angenommen werden. Zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit der Kabel werden dieselben mit einem Ueberzuge aus vegetabilischem Theer und Leinöl versehen, die man gewöhnlich auf die Kabel tropfen lässt, sobald sie das Maschinenhaus verlassen, um zum Kabelrohre zu gehen. Häufig werden die Litzen der Kabel zuerst von Außen mit vegetabilischem Theer überzogen, während die spätere Schmierung, damit das Seil nicht an den Greifern kleben bleibe, ausschließlich durch Ricinusöl (Castor oil) bewirkt wird. Eine Mischung von norwegischem Theer, Oel und Kolophonium hat gute Resultate ergeben. Die Anwendung eines mineralischen oder animalischen Oeles oder Fettes bei den Kabeln wird mit großer Sorgfalt vermieden. Durch den Theerüberzug des Kabels werden die Unebenheiten auf der äußeren Oberfläche desselben ausgeglichen und daher der schnellen Abnutzung der Backen der Greifer vorgebeugt. Das Ueberstreichen wird öfter vorgenommen, bis die Oberfläche glatt wird und das Seil fast wie eine Eisenstange aussieht. Besondere Aufmerksamkeit ist der Zusammenfügung der Seilenden zu einem endlosen Seile durch die Splissung zu widmen, die nach verschiedenen Methoden kurz oder lang (bis zu 20 m) erfolgen kann. In gleicher Weise werden auch gerissene oder an einzelnen Stellen abgenützte Seile wieder zusammengefügt und reparirt.

#### Trag- und Führungsrollen, dann Seiltrommeln (Scheiben).

Tragrollen mit Peripherialrinnen aus Stahlguss werden zur Unterstützung des Seiles in Abständen von 9—10 m angebracht, so daß eine erhebliche Durchbiegung desselben nicht eintreten kann; sie haben einen Durchmesser von 0.28—0.4 m. \*) In den Geleisekrümmungen werden zur Führung des Seiles auf der Innenseite in kurzen Entfernungen senkrechte, kegelförmige, nach oben verjüngte Rollen angewendet, welche für den Durchgang des Greifers kein Hindernis bieten. Die Anordnung der verschiedenen Trag- und Führungsrollen hängt von den jedesmaligen Verhältnissen ab. So können z. B. einige Rollen unter einem Winkel angeordnet werden, während die Endrollen entweder fest oder beweglich in horizontaler oder verticaler Ebene liegen können, je nachdem es die Umstände erfordern. Die Rinnen der Rollen sind mit Leder, Kautschuk oder Holz ausgefüllt oder mit einer weichen Composition (80 Theile Zinn, 10 Theile Kupfer und 10 Theile Antimon) ausgegossen, um theils die schnelle Seilabnutzung, theils die öftere Rollenauswechslung zu vermindern. Diese Ausfüllungen sind so eingerichtet, daß sie leicht ausgewechselt werden können. Die Scheiben an den Endstationen und im Maschinenhause zur Aenderung der Richtung des Seiles haben einen Durchmesser von 20 cm. Jede Rolle ist in einem kleinen, von der Straße aus durch ein enges Mannloch zugänglichen Schachte untergebracht. Die Mannlöcher sind durch gusseiserne Platten abgedeckt.

Die eisernen Seiltrommeln sind zwei- oder mehrtheilig gegossen und mit Flanschen zusammengeschraubt; dieselben haben einen Durchmesser von 2.4—7.5 m, sind an der Peripherie mit Rinnen versehen und mit Ahorn- oder Nussbaumholz bekleidet, um in Verbindung mit dem Spannapparate dem schwer belasteten Seile die nöthige Adhäsion zu sichern. Die Art und Weise der Seilführung oder der Umleitung der Seile über die Trommeln ist verschieden, doch sollen dieselben möglichst wenig gebogen werden.

#### Greifervorrichtung.

Die Construction der Greifer ist höchst verschiedenartig und weicht in ihren Details wesentlich ab, es gibt Seiten- und Bodengreifer. Der Greifer soll, damit er das Seil sicher hält, dasselbe von unten fassen und durch Aufdrücken eines oberen Bodens mehr oder weniger festhalten, daher auch die Bodengreifer vorzuziehen sind, da bei den Seitengreifern schon bei geringer Lüftung der Frictionsbacken das Seil herabfallen kann. Im All-

\*) Unterbau für Kabel-Straßenbahnen. „Engineering News 1887.“

\*\*) Seile für Kabelbahnen. „Engineering ex 1888.“ The Lang Lay Rope. „The Street railway Journal. November 1891.“

\*) Tragrollen für Seilbahnen. „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1889.“

gemeinen muss der Greifer das Seil festfassen, ohne demselben schädliche Biegungen zuzufügen, leicht zu lösen sein und einiges Gleiten des Seiles behufs Mäßigung der Geschwindigkeit gestatten. Die Bodengreifer in Los Angeles sind aus Stahl hergestellt, die Backen derselben mit Packungen aus weichem Eisen, in Metall gelagert, versehen, die leicht ausgewechselt werden können. Das Gewicht des Greifers beträgt circa 113 kg, er übt einen Druck von 1 Pfund (0.454 kg) auf den Hebel aus, was 300 Pfund (136.1 kg) Druck auf das Seil ausüben kann. Die Dauer beträgt 50 Tage bei 2506 zurückgelegten Meilen (4032.2 km). Die Kosten einer Garnitur für diese Dauer 57 Cents, pro zurückgelegte Meile 0.03 Cents.

#### Fahrzeuge.

Die Wagen sind nach Muster der gewöhnlichen Trambahnwagen gebaut, es gibt jedoch verschiedene Kategorien derselben: 1. der Leitwagen, Zug- oder Greiferwagen, (dummy), 2. der combinirte Wagen (mit Greifervorrichtung und Fahrgastabtheilung), 3. der achträderige Drehgestellwagen mit offenen Seitenwänden, 4. gewöhnliche Trambahnwagen (Anhängewagen).

Der Greiferwagen ist ein unabhängiger, besonderer vier-räderiger Wagen, gewöhnlich etwas kleiner als die anderen, und dient nur allein als Leitwagen, der die Greifervorrichtung zum Ankuppeln an das Treibseil und den Führerstand nebst der Bremsvorrichtung und anderen Mechanismen trägt. Das Gewicht desselben beträgt circa 1800 kg.

Der combinirte Wagen ist größer und enthält außer den vorgenannten Einrichtungen noch einen für die Fahrgäste abgesperrten Raum für 16—20 Personen; sein Gewicht beträgt circa 2000 kg. Die achträderigen Drehgestellwagen sind nach Art der amerikanischen Eisenbahnwagen mit oder ohne Decksitze gebaut, haben bis zu 60 Sitzplätze, ein Gewicht von circa 4500 kg, laufen gewöhnlich allein, und sind daher mit der Greifer- und Bremsvorrichtung, dann mit Alarmglocken und mit Signallaternen ausgestattet. Dieselben werden zumeist an den Seeküsten verwendet. An die Greiferwagen werden je nach Bedürfnis 1, 2, 3 bis 4 gewöhnliche Wagen angehängt, so daß ein Zug aus 2—5 Wagen mit zusammen 50—150 Sitzplätzen einschließlich des Greiferwagens besteht.

Die Bremsung des Greiferwagens, welche in allen Fällen für das regelmäßige Anhalten ausreicht, wird seitens des Führers bewirkt; die anderen Wagen, die aus Sicherheitsrücksichten ebenfalls mit schnell wirkenden und kräftigen Bremsvorrichtungen (Rad-, Band- oder Klotzbremsen) versehen sind, werden in Nothfällen durch den, den Wagen begleitenden Conducteur gebremst. Außer der gewöhnlichen, auf die Räder direct wirkenden Bremse werden auf stark geneigten Bahnen die Wagen noch mit einer Schlittenbremse versehen, durch deren gleichzeitige Anwendung seitens des Führers die Bremswirkung noch erhöht werden kann, so daß ein in schnellster Fahrt befindlicher Zug auf eine Distanz von etwa 3 m zum Stehen gebracht werden kann. Bei sehr steilen Bahnen empfiehlt es sich, die Züge derart zusammenzustellen, daß der Greiferwagen den Zug von rückwärts schiebt. An den Wagen können zur Beseitigung des Schnees auch Schneepflüge oder Bürsten befestigt werden.

#### Maschinenhaus, Spannvorrichtung, Nutzbarmachung der Maschinenkraft.

Die Kraftquelle für die Bewegung des Seiles und der Fahrzeuge wird in einem mehr oder weniger von der Bahn abseits gelegenen Maschinenhause, in welchem sich eine feststehende Betriebsmaschine befindet, untergebracht. Dieselbe muss mit einem der Einwirkung des Maschinisten unzugänglichen Regulator versehen sein, welcher den Dampfzugang zur Maschine absperrt, sobald die Umdrehungszahl größer wird, als dies der zulässigen Geschwindigkeit entspricht. Bei der Maschinenanlage ist auch die Vorrichtung um dem Seile die nöthige Spannung zu geben und die Aenderungen auszugleichen, welche dadurch entstehen, daß bald eine kleinere und bald eine größere Anzahl Wagen durch das Seil fortbewegt werden. Zu diesem Behufe laufen gewöhnlich die

großen wagerechten Rollen, über welche das Seil gewunden ist, an einem oder auch an beiden Enden auf kleinen Wagen (Lowries). Am hintersten Theile derselben ist eine Kette befestigt, welche über eine feste Rolle läuft und ein großes Gewicht trägt. Da das Seil nach langem Gebrauche sich aber bedeutend streckt, so würde das Gewicht bald auf den Boden stoßen und seine Wirksamkeit verlieren, dem wird durch eine Ausgleichvorrichtung vorgebeugt. Von der Maschinenkraft werden für die Bewegung des Seiles 57%, des Fahrzeuges 39%, der Fahrgäste 4% ausgenützt.

Hieraus geht hervor, daß es möglich ist, bei weitgehender Ausnützung der Seilbahnanlagen 50% der aufzuwendenden Kraft für die Bewegung der Wagen und der in denselben befindlichen Fahrgäste nutzbar zu machen.

Auf Bahnen von 10 Meilen (16.1 km) Länge mit 30 Zügen von 8 Meilen (12.9 km) Seilgeschwindigkeit pro Stunde sind nach den gemachten Erfahrungen 140 HP nothwendig, und wenn die Züge belastet sind, im Durchschnitte 287 HP.

#### Ausführung des Betriebes, Krümmungen, Weichen und Drehscheiben.

Die Ausführung des Betriebes auf Seilbahnen unterscheidet sich, soweit derselbe die Fahrgäste berührt, abgesehen von der schnelleren Beförderung, in nichts von jener der gewöhnlichen Trambahnen. Für die Signalisirung werden freiliegende Telegraphendrähte in den Seilröhren zur Verbindung zwischen dem Maschinenhause und den Signalhütten empfohlen.

Wenn bei den Seilbahnen Krümmungen vorkommen, so werden an diesen Stellen eine Reihe liegender Führungs- oder Leitrollen angebracht, die unten mit einem Flansch versehen sind, durch den das Seil gehalten wird. Um zu verhindern, daß beim Passiren eines solchen Bogens der Greifer an die Rollen stößt, lässt man am einfachsten, ehe man an die betreffende Krümmung kommt, das Seil los und den Wagen durch seine lebendige Kraft die Krümmungen passiren. Besser ist es freilich, wenn der Greifer mit dem Seile in Contact bleibt, da sonst durch Verkehrsstörungen und damit verbundene Aufstauungen von Fahrzeugen in der Straße es leicht vorkommen kann, daß bei der Krümmung der Wagen halten muss.

Um nun zu verhindern, daß der Greifer vom Seile getrennt werden muss, wurden eine Menge sinnreicher Constructionen erdacht. Man hat übrigens beim Umfahren von Straßenecken, selbst schon Krümmungen von  $4\frac{1}{2}'$  (1.4 m) angewendet. Um der Gefahr des schnellen Umfahrens, namentlich bei starkem Verkehre vorzubeugen, wurden, wo dies möglich, die Geleise nach der betreffenden Fahrtrichtung mit einer schwachen Neigung angelegt, welche mit dem den Fahrzeugen innewohnenden Beharrungsvermögen hinreicht, daß dieselben ohne Benützung der Zugkraft des Seiles mit entsprechend ermäßigter Geschwindigkeit ihren Lauf fortzusetzen vermögen. Das Seil wird in diesem Falle vor der Einfahrt in den Bogen abgeworfen und nach der Durchfahrt wieder aufgenommen. Letzteres erfolgt ohne Mitwirkung des Führers, welchem nur das rechtzeitige Lösen und Wiederanziehen der Kuppeln an den durch Tafeln bezeichneten Stellen obliegt, auf einfache Weise durch mechanische Vorkehrungen selbstthätig.

Wo diese Betriebsweise, örtlicher Verhältnisse wegen, nicht zulässig ist, werden besondere Hilfseile eingelegt, welche nur die halbe Geschwindigkeit des für den Antrieb in den geraden Strecken dienenden Hauptseiles haben. Vor der Einfahrt in den Bogen muss daher der Führer das Hauptseil abwerfen und das Hilfseil aufnehmen. Bei der Wiedereinfahrt in die gerade Strecke findet der entgegengesetzte Vorgang statt. Ganz ähnlich ist das Verfahren beim Uebergange von einem Geleise in ein abzweigendes.

An Kreuzungstellen zweier Seilbahnen, wo also die Seile der einen unter denjenigen der anderen fortgeführt werden, muss die Verbindung derjenigen Fahrzeuge, welche vermittelt des unterfahrenden Seiles betrieben werden, mit diesem vor der Kreuzung ebenfalls gelöst werden und die betreffenden Fahrzeuge gehen über die Krümmungsstelle auf Grund ihres Beharrungsvermögens. Andere Stellen, an welchen das Betriebsseil fehlt, und bei deren Ueberwindung die Züge, falls diese Strecken nicht mit ausreichenden Gefällen angelegt werden können, auf die Aus-



nützung des ihnen innewohnenden Beharrungsvermögens angewiesen bleiben, sind die Ein- und Ausgangspunkte der Seile am Maschinenhause und die Endpunkte der Linien, an welchen das Umsetzen der Züge, bzw. das Drehen der einzeln laufenden Wagen stattfindet. Ersteres geschieht gewöhnlich und wenn irgend möglich, durch aufeinanderfolgendes Auflaufenlassen des Greiferwagens und der angehängten Fahrzeuge auf zwei parallel mit Gefällen angelegten Weichengeleisen, letztere neuerer Zeit auf Drehscheiben mit zwei parallelen Geleisen, welche in der geraden Verlängerung des Straßengeleises liegen. Auf diesen Drehscheiben werden daher die Wagen gleichzeitig gedreht und auf das andere Geleise übergesetzt. Im Innern sehr verkehrsreicher Stadttheile wird an den Endpunkten das Umformen der Züge ganz vermieden, indem man dieselben eine rückkehrende Curve beschreiben lässt. \*)

#### Zugsgeschwindigkeit, Aufeinanderfolge der Züge.

Die Züge verkehren mit einer Geschwindigkeit von 8—16 englischen Meilen (12·9—25·7 km) pro Stunde; sie bestehen in der Regel aus 1—3 Anhängewagen zu einem Greiferwagen, die in Intervallen von  $2\frac{1}{2}$ —5 Minuten aufeinander folgen. Jeder Wagen oder Zug legt durchschnittlich 110 Meilen (177 km) pro Arbeitstag von 18 Stunden bei 9 Meilen (14·5 km) Durchschnittsgeschwindigkeit zurück. Als beste Betriebsart halten viele bei starkem Verkehre die Verwendung einzelner und vieler Wagen, andere wieder die Fahrt mit aus mehreren Wagen zusammengesetzten Zügen.

#### Betriebskosten.

Die Betriebskosten betragen durchschnittlich 13 Cents pro Wagenmeile und 60% von den Einnahmen. In Birmingham wurde im Jahre 1890 ein Seilbahnnetz von 6 Meilen (9·7 km) Länge durch Kincaid und Prichard aus London nach der Construction der Seilbahn in Chicago erbaut, das von der Birmingham Central Tramway Co. betrieben wird. Diese Gesellschaft besitzt Linien mit animalischem, Dampf-, elektrischem und Seilbetriebe, welche nachfolgende finanzielle Resultate für das letzte Betriebsjahr ergeben haben:

Art der Betriebskraft	Durchschnittskosten	Netto-Ertrag
	pro zurückgelegter Meile in Cents	
Dampfbetrieb . . . . .	22	9 $\frac{3}{4}$
Elektrischer Betrieb (Accumulatoren) . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{4}$
Pferdebetrieb . . . . .	19 $\frac{1}{4}$	11 $\frac{1}{4}$
Seilbetrieb . . . . .	12 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{7}{8}$

Hieraus geht hervor, daß der Seilbetrieb die geringsten Betriebskosten erforderte und den größten Nettoertrag abgeworfen hat, dagegen der Dampfbetrieb die größten Betriebskosten verursachte und der Pferdebetrieb den kleinsten Nettoertrag lieferte. \*\*)

Unter Holmes Leitung standen in Chicago im Jahre 1884 21 $\frac{1}{2}$  Meilen (34·5 km), gegenwärtig 152 Meilen (244·6 km) im Betriebe. Die Anzahl der 60 kurzen Wagen stieg auf 1250 beste große Wagen, die Einnahmen von 600.000 auf 3.500.000 Doll., die tägliche Frequenz von 30.000 auf 200.000 Personen und die Geschwindigkeit von 5 auf 10 Meilen (8·05, resp. 16·1 km) pro Stunde.

Im Jahre 1890 wurden 68.734.969 Fahrgäste, täglich um 30.917 mehr als im Vorjahre befördert. Die Betriebskosten betrugen 9·65 Cents gegen 21·985 Cents beim Pferdebetrieb. Nach anderen Mittheilungen können sich die Betriebskosten bei guter Anlage einer Seilbahn, welche 200 bis 300 HP erfordert, derart stellen, daß 30—40% Gewinn erzielt wird, der sich bei großen

Strecken bis auf 70% steigert. Die Betriebskosten in Birmingham betrugen 46·5% der Einnahmen, während beim Pferdebetriebe dieselben 85·5% und beim Dampfbetriebe 64·5% betragen haben. Nach der „The Tramway and Railway World“ vom März 1892 betrugen im abgelaufenen Rechnungsjahre die Betriebsausgaben für die Maschinenkraft 3·05 Pence, für den Verkehr, Erhaltung der Bahn, Fahrbetriebsmittel und allgemeine Auslagen 2·98 Pence, zusammen 6·03 Pence. Die Ausgaben haben in dieser Periode 48·03% der gesammten Einnahmen betragen. \*)

#### Finanzielle Ergebnisse.

Die durchschnittliche Jahresverzinsung des Anlagecapitals beträgt 12 $\frac{1}{2}$ % und steigert sich bis zu 72%, so daß der Curswerth der Actien oft die sechsfache Höhe des Nominalbetrages erreicht. So ist beispielsweise der Curswerth der mit 100 Doll. eingezahlten Actien der West Chicago Seilbahn 625 Doll., der North Chicago Seilbahn 500 Doll. und der Chicago City Seilbahn 308 Doll. Die Dividende der Seilbahn in Melbourne betrug pro 1889 75% des Anlagecapitals.

#### Vorthelle des Seilbetriebes.

Die hauptsächlichsten Vorthelle des Seilbetriebes sind: 1. Beträchtliche Leistungsfähigkeit und sparsame Arbeit, daher großer Nutzeffect. 2. Leichte, wirtschaftlich-vortheilhafte Ueberwindung stärkster Steigungen (1:3), die ebenso leicht und billig zu befahren sind wie Ebenen. 3. Die Wagen können leicht, plötzlich und sicher angehalten und in ruhiger Weise an irgend einer Stelle der Bahn im Laufe verzögert werden. Die Bewegung der Wagen ist eine gleichmäßige und nicht so stoßend wie bei Pferdebahnen. 4. Jede gewünschte Geschwindigkeit (bis zu 16 Meilen = 25·8 km pro Stunde) kann an irgend einer Stelle der Bahn erzielt werden, um Hindernissen auszuweichen. 5. Die Leistungsfähigkeit der Bahn bei starkem und wechselndem Verkehre kann zu jeder Zeit dauernd oder nur zeitweise — wie zu gewissen Tagesstunden oder an Sonn- und Feiertagen — ganz bedeutend mit verhältnismäßig nur geringem Kostenaufwande erhöht und dem Verkehre schnell angepasst werden. 6. Sicherheit und Leistung sind größer als bei Dampf- oder Pferdebahnen, während eine gleichmäßigere Fahrgeschwindigkeit und regelmäßiger Betrieb mit geringen Kosten erreicht wird. 7. Fast gänzliche Geräuschlosigkeit, wie solche durch die Pferdehufe oder durch die bewegenden Theile des Motors, dann beim Dampfbetriebe vorkommt, Vermeidung von Rauch, Gas, Funkenflug und unangenehmem Geruche. 8. Die Zugleistung der Anlage ist unabhängig vom Gewichte der Wagen und der Kraft, welche von den bergabfahrenden Wagen erzeugt wird, kommt in gewissem Grade den aufsteigenden Wagen zu Gute, anstatt durch Bremsung aufgezehrt zu werden. 9. die Vermeidung erheblicher Abnützung und der damit verbundenen Erhaltungskosten des Straßenkörpers, die beim Pferdebetriebe unzweifelhaft hervorgerufen wird, sowie leichte Reinhaltung der Straßen. 10. Das Seilbahnsystem ist in jedem Klima anwendbar, schlüpfriges Wetter hat auf die Zugleistung keinen Einfluss, ein Schneefall verursacht keine Störungen, da die Beseitigung des Schnees bis 1' (0·3 m) Höhe durch Schneepflüge — die mit dem Seile betrieben werden — erfolgen kann.

#### Nachtheile des Seilbetriebes.

1. Beträchtlich höhere Kosten für die Anlage und Ausrüstung. 2. Vermehrung des auf der Straßenoberfläche liegenden Eisenmaterials. 3. Die aus der gelegentlichen Umlegung von Rohrsträngen sich ergebenden Schwierigkeiten. 4. Gefährlichkeit des Schlitzes für den Greifer, und Unglücksfälle, die bei Beschädigung der Greifer herbeigeführt werden können. 5. Schwierigkeiten bei Ueberwindung scharfer Krümmungen, dann bei Kreuzung zweier Seilbahnen, die den Betrieb und die Einrichtung dieses Systemes etwas complicirter gestalten. 6. Vollständige Behinderung des Betriebes bei eintretenden Beschädigungen der Maschinen-

\*) „Cable crossing and switch“ The Street railway Journal. January 1892.

\*\*) „The Street Railway Journal“, New York, November 1891.

\*) Vergleiche: „Rapid transit in Chicago“. The Tramway and Railway world. April 1892.

anlage resp. Bruch auf der Centralstelle oder des Seiles. Diese Nachteile sind jedoch im Vergleiche zu den großen Vortheilen nur geringfügig, da eine Störung durch Bruch der Arbeitsmaschine bei guter Construction und sachgemäßem Betriebe überhaupt nicht vorkommen soll.

#### Schlussbemerkungen.

Ganz besonders muss ich noch den Bericht hervorheben, den der auf dem Gebiete des Straßenbahnwesens mit Seilbetrieb so hoch verdiente, hervorragende Fachmann James Clifton Robinson an die Jahresversammlung der amerikanischen Straßenbahn-Vereinigung (American Street Railway Association) in Pittsburgh am 21. October 1891 erstattet hat und der in dem Novemberhefte 1891 des Street Railway Journals veröffentlicht wurde.

Die Ausführungen meiner vorstehenden Abhandlung sind zum großen Theile diesem Berichte entnommen, den Robinson damit schließt, daß er die nachfolgenden, den Seilbahnen innewohnenden guten Eigenschaften im Kurzen wiederholt u. zw.: „1. In finanzieller Hinsicht ergeben die Seilbahnen niedere Betriebskosten, weniger Abnutzung und eine hohe Ertragsfähigkeit, mit anderen Worten, sie sind die günstigsten für eine Anlage. 2. In praktischer Beziehung nehmen die Seilbahnen den ersten Rang in der Vertrauenswürdigkeit ein, und sind von klimatischen Verhältnissen als vollständig unabhängig anzusehen, da sie ihre Lasten sowohl bei Hitze, Kälte, Schnee, Frost, als auch bei Thauwetter sicher fortschaffen, so daß thatsächlich selbst eine kurze Störung durch Erdbeben auf die Aufrechterhaltung ihrer Betriebsfähigkeit, worauf das Publicum sich zu verlassen gewöhnt ist, keinerlei Wirkung ausübt. 3. In gesellschaftlicher Beziehung kann das System durch seine Abzweigungen keinen Bezirk von der Theilnahme an dem Schnellverkehre oder von Verbindungen, wegen großer Steigungen abschneiden, und es sind daher alle wünschenswerthen Erleichterungen für den Wechsel des Verkehres derart gegeben, daß bei Bezahlung eines einheitlichen Fahrpreises die Fahrgäste auf zu unterbrechende andere Routen auf der ganzen Linie sofort übersteigen können. 4. In persönlicher Hinsicht unterstützen die Seilbahnen das Publicum nach verschiedenen Richtungen; sei es zur Förderung der Geschäfte oder zum Genuße von Vergnügungen; sei es bezüglich der Annehmlichkeiten, da nichts Widriges oder Nachtheiliges geschehen kann; in Bezug auf Bequemlichkeit können bessere und bequemere Wagen verwendet, allen Anforderungen für außerordentliche oder besondere Einrichtungen sehr leicht entsprochen werden und betreffs der Sicherheit zeigt die Erfahrung, daß die Fahrgäste von Unfällen

oder Verletzungen fast nie betroffen werden, und daß in dieser Beziehung die ruhigsten Straßen geringen Störungen durch Lärm ausgesetzt sind. 5. In sanitärer Beziehung verursacht dieses System keinerlei Verunreinigungen, sondern hat den wirklichen Nutzen zur Beförderung der Entwässerung der Stadt beizutragen, wie dies aus den Berichten des Sanitätsbureau in San Francisco hervorgeht. 6. Im Allgemeinen kann von dem Seilbetriebe behauptet werden, daß alle gewünschten Bedingungen oder Erfordernisse des Stadtverkehrs erfüllt werden können, indem nachgewiesen wird, daß die Führung der Bahn in jeder Art im innern Verkehre unserer volkreichsten Städte hergestellt werden kann. Dies, meine Herren, sind insgesamt wichtige Gründe und die Berichterstattung gab mir Gelegenheit, alle Details in Verbindung mit diesem Systeme zu besprechen, den Glauben an den allgemeinen Werth und die Anwendbarkeit des Seilbetriebes zu stärken. In diesem Glauben unterbreite ich daher ehrfurchtsvoll diesen Bericht.“

Die Bedeutung und der hohe Werth des Seilbetriebes für Straßenbahnen in Städten mit starken Steigungen kann erst dann recht gewürdigt werden, wenn man dasselbe mit anderen Straßenbahnsystemen und deren Betriebsergebnissen vergleicht.

Es liegt unstreitig ein besonderer praktischer Vorzug der Straßenbahnen mit Seilbetrieb anderen Systemen gegenüber darin, daß in derselben ökonomischen Weise Geleisestrecken mit großen Steigungen und Gefällen befahren werden können, ohne daß der fortzuschaffenden Last ein unnöthiges Gewicht hinzugefügt zu werden braucht, um die erforderliche Adhäsion zu erzielen.

Die Seilbahnen, welche sich insbesondere bei einem genügend lebhaften Verkehrsleben gut bewährt haben, können daher überall dort noch mit Vortheil angewendet werden, wo die Ueberwindung starker Steigungen mittelst anderer Systeme Schwierigkeiten bietet. Nur der elektrische Betrieb allein, dessen Betriebskosten sich nur wenig erheblich höher stellen und der viele Vortheile mit dem Seilbahnbetriebe gemein hat, dürfte vielleicht in manchen Fällen den Vorzug verdienen.

Ich hatte bei meiner letzten Anwesenheit in London und Paris Gelegenheit, den Seilbetrieb der im Betriebe befindlichen Highgate Hill Trambahn in London, und der Belleville Trambahn in Paris näher zu studieren, mich von der praktischen Nützlichkeit dieses Systemes zu überzeugen und auch den Umbau der Brixtonstrecke der Londoner Pferdebahn in eine Seilbahn zu besichtigen. Ich behalte mir daher vor, auf diese in bau- und betriebs-technischer Beziehung gemachten Studien in einer besonderen Abhandlung zurückzukommen.

Wien, Ende März 1892.

### Vermischtes.

#### Personal-Nachrichten.

Se. Majestät der Kaiser hat den ordentlichen Professor an der deutschen technischen Hochschule in Prag, Herrn Regierungsrath Friedr. Kick zum ordentlichen Professor der mechanischen Technologie an der technischen Hochschule in Wien ernannt.

Der Ministerpräsident als Leiter des Ministeriums des Innern hat den Ingenieur Herrn Franz Ritter von Krenn zum Ober-Ingenieur, und den Bauadjuncten Herrn Friedrich Haberlandt zum Ingenieur für den Staatsbaudienst in Nieder-Oesterreich ernannt.

#### Offene Stelle.

83. Eine Bauleiter-Stelle für den Bau städtischer Gaswerke in Wien ist zu besetzen. Reflectanten wollen ihre Offerte mit Nachweis ihrer Vorbildung und Leistungen bis 17. September l. J. an den Magistrat der Stadt Wien senden.

84. Eine Assistenten-Stelle für mechanische Technologie und forstliches Ingenieurwesen ist an der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien mit 1. October d. J. zu besetzen. Remuneration 700 fl. Gesuche sind mit Nachweis absolv. Ingenieurschule an einer techn. Hochschule bis 15. August l. J. bei dem Rectorate dieser Hochschule einzureichen.

#### Vereinigung der Techniker im Abgeordnetenhaus.

Wir können die erfreuliche Thatsache mittheilen, daß sich über Anregung der Herren Abgeordneten H. Skala, Dr. W. Exner und Dr. Habermann im Abgeordnetenhaus eine freie Vereinigung jener Mitglieder aus allen Gruppen des h. Hauses gebildet hat, welche auf Grund technischer Hochschulstudien einem technischen Berufe angehören. Diese Vereinigung verfolgt ausschließlich den Zweck, innerhalb und außerhalb des Parlamentes die Interessen der Techniker zu vertreten, und gehören derselben derzeit mit Zustimmung der betreffenden Clubs die folgenden Herren an: Blazek, Bohaty, Exner, Habicher, Habermann, Kaftan, Ludwig, Siegmund, Skala, Szczepanowski, Tilscher. In das Programm dieser Vereinigung sind für die nächste Zeit folgende Fragen zur Behandlung aufgenommen worden: die Erlangung einer gesetzlich geschützten Standesbezeichnung und das auf dem Bildungscensus beruhende Wahlrecht in die Vertretungskörper, die Schaffung einer gemeinsamen Mittelschule oder Unter-Mittelschule, die Schaffung von technischen Attaché-Stellen bei den k. u. k. Missionen Oesterreich-Ungarns im Auslande, die zeitgemäße Reform der technischen Hochschulstudien, die Errichtung eines technischen Fachministeriums für öffentliche Arbeiten und schöne Künste u. s. w. In Ausführung dieses Programmes hat sich bereits dieser Tage eine aus den Abgeordneten Dr. Exner, Prof. Til-

scher und Bohaty bestehende Deputation zu Sr. Excellenz dem Herrn Minister des Aeußern, Grafen Kalnoky, und zu Sr. Excellenz dem Herrn Handelsminister, Marquis Bacquehem begeben, um in Angelegenheit der Bestellung technischer Attachés vorzusprechen. Nach den uns von maßgebender Seite gewordenen Mittheilungen hat der Herr Minister des Aeußern seine Geneigtheit ausgesprochen, die vom österr. Handelsministerium anzustellenden technischen Attachés den diplomatischen Vertretungen beizugeben. Auch im Handelsministerium erhielt die Deputation die Zusage, daß im nächstjährigen Budget für ein oder zwei solcher Stellen Vorsorge getroffen werden wird, u. zw. sollen vorerst technische Attachés den Vertretungen in Paris und Washington beigegeben werden. Es steht wohl zu hoffen, daß der Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Verein, welcher die Initiative in dieser Angelegenheit ergriffen hat und sich seit vielen Jahren mit derselben beschäftigt, noch in die Lage kommen wird, in den weiteren Stadien dieser Frage Vorschläge zu erstatten. \*) Wir begrüßen diesen ersten Schritt der Vereinigung der Techniker im Abgeordnetenhaus mit lebhafter Genugthuung und wünschen, daß deren Bemühungen bald von weiteren Erfolgen gekrönt sein mögen.

### Oesterreichischer Ingenieur- und Architekten-Tag.

Im Sinne der Beschlüsse des in Wien stattgehabten III. Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Tages haben sich der Präsident und der Vice-Präsident der ständigen Delegation dieses Tages, die Herren Ober-Baurath Carl Prenninger, Baudirector der Südbahn, und Ober-Baurath Franz Berger, Baudirector der Stadt Wien, am 9. d. M. zu dem Minister-Präsidenten, sowie zu dem Unterrichtsminister begeben, um denselben die Petitionen, in welchen die Wünsche der österreichischen Techniker in Bezug auf die nachstehenden Standesfragen in eingehend motivirter Weise dargelegt erscheinen, persönlich zu überreichen. Diese Standesfragen betreffen: 1. Theilweise Aenderungen der bestehenden Vorschriften bezüglich der Staats- und Diplomprüfungen. 2. Schutz der Standesbezeichnungen „Ingenieur“ und „Architekt“. 3. Regelung der Institution der beh. aut. Privat-Techniker. 4. Regelung der Stellung der Techniker im Staatsbaudienste. 5. Wahlrecht der Techniker und Virilstimmen der Rectoren der k. k. techn. Hochschulen und k. k. Berg-Akademien. 6. Pflege des Gesundheits-Ingenieurwesens. 7. Bestellung techn. Attachés bei den k. u. k. Missionen in Washington, London, Paris, Berlin, Petersburg, Rom und in einer Stadt im Orient und 8. Ausbildung von Schiffbau-Ingenieuren an den techn. Hochschulen. In Vertretung des Herrn Minister-Präsidenten, welcher zur Zeit nicht in Wien weilte, wurden die obgenannten Herren von dem Hofrath Herrn Dr. Hörmann empfangen, welcher die Petition dem Herrn Minister-Präsidenten zu übermitteln versprach. Im Unterrichts-Ministerium nahm Minister Baron Gautsch die Petition persönlich entgegen, und sagte in freundlichster Weise zu, sobald seine Zeit es gestatten werde, die vorerwähnten Wünsche, insoweit sie seinen Wirkungskreis betreffen, einer ernsten und wohlwollenden Erwägung zu unterziehen. Der Präsident der ständigen Delegation hat ferner dem Abgeordneten Hofrath Dr. Exner zwei Petitionen behufs Einbringung im Reichsrathe übergeben, in welchen die Forderungen des Schutzes der Standesbezeichnungen „Ingenieur und Architekt“ und des Wahlrechtes für die Techniker sowie einer Virilstimme für den Rector der techn. Hochschule im Landtage begründet werden.

### Bücherschau.

6371. **Oesterreichisches Städtebuch.** Statistische Berichte von größeren österreichischen Städten, herausgegeben durch die k. k. statistische Central-Commission. IV. Jahrgang. Redigirt unter der Leitung des Präsidenten Dr. K. Th. v. Inama-Sternegg von Dr. Josef Freih. v. Friedenfels. XXVI und 677 Seiten. Wien 1891, Druck und Verlag der k. k. Hof- und Staatsdruckerei. (Preis 6 fl.)

Das vorliegende werthvolle Werk setzt sich aus einer Reihe von Einzelberichten nach einem von der k. k. statistischen Central-Commission festgestellten Programm zusammen. Der Jahrgang 1891 umfasst die Daten über Wien, Fünfhäus, Währing, Wiener-Neustadt, Wels, Salzburg, Graz, Klagenfurt, Laibach, Trient, Prag mit Karolinenthal, Smichow, Weinberge und Zizkow, Aussig, Brtix, Karlsbad, Eger, Gablonz a. N., Jiéin, Pilsen, Reichenberg, Tetschen, Brünn, Iglau, Olmütz, Znaim, Troppau, Lemberg, Krakau und Czernowitz; die Betheiligung der Städte ist diesmal daher eine geringere als sonst, namentlich dadurch bedingt, daß die Städteverwaltungen zumeist noch mit den Arbeiten der Volks-

zählung belastet waren. Aber inhaltlich ist das Werk reichhaltiger geworden. Neben Bevölkerungsbewegung, Armen- und Unterrichtswesen sind diesmal Angaben über Finanzwesen, wenigstens bei einzelnen Städten, getreten. Manche Städte haben auch in höchst rühmwerther Sorgfalt über das allgemeine Programm hinausgehende Specialangaben eingesandt. Vereinzelt bringen sie auch Angaben über das Marktwesen, meteorologische Verhältnisse, Curwesen, Wohnungsverhältnisse, Stadtgeschichte. Den Berichten der Städte geht eine Reihe von Tabellen voraus, welche Angaben über die wichtigsten demographischen Verhältnisse der größeren Orte Oesterreichs nach dem Stande vom 31. December 1890 enthalten. Das treffliche, vorzüglich ausgestattete Werk kann sich bereits der Mitarbeit von 50 Städteverwaltungen rühmen, die allerdings nicht alljährlich ihre Berichte senden; hiedurch ist es zu einer reichen und absolut verlässlichen Quelle detaillirter Daten über wichtige Zweige des öffentlichen Lebens geworden. An seiner Hand gewinnt man einen klaren Einblick in die Zustände der einzelnen Städte und ihrer Verwaltung. Da mit jedem neuen Jahrgang neue Gebiete des städtischen Lebens in den Berichten zur Darstellung gelangen, wird sich das „Oesterreichische Städtebuch“ allmählich zu einem vollständigen, für Statistik und Verwaltung unserer Communalwesen unentbehrlichen Handbuch ausgestalten; heute schon ist es für jeden, der sich mit dem öffentlichen Leben und den Angelegenheiten unserer Städte befasst, ein höchwichtiger, verlässlicher Behelf. Die Verwaltungen aller mitarbeitenden Städte haben sich durch die Förderung des rühmwerthen Unternehmens den wärmsten Dank all jener verdient, die ähnliche Daten benützen müssen. Die statistische Central-Commission kann stolz auf dies ausgezeichnete, unter ihrer Aegide erscheinende Werk sein. Der k. k. Hof- und Staatsdruckerei und der von ihr besorgten, schönen Ausstattung des Buches besonders zu gedenken, ist wohl nicht nöthig, da bürgt schon der Name des Institutes für die Vorzüglichkeit. Der nächste Jahrgang wird besonderes Interesse darbieten, da in ihm zuerst Wiens Angaben sich auf das erweiterte Stadtgebiet beziehen werden. Dem werthvollen Werke sei die weiteste Verbreitung gewünscht.

6429. **Anleitung zum Rechnen mit dem logarithmischen Rechenschieber**, durch Beispiele erläutert und mit zwei lithographirten Tafeln versehen von J. Aug. Müller-Bertossa. IV und 55 Seiten. Zürich 1892, Meyer und Zeller (Reimann'sche Buchhandlung). (Preis M. 1.80.)

Es scheint jetzt förmlich zur Mode werden zu wollen, Erläuterungsschriften über Rechenschieber herauszugeben; wieder liegt uns eine solche vor. Der Verfasser betont selbst im Vorwort, daß er das Büchlein hauptsächlich als Leitfaden für seine eigenen Schüler abfasste; grundsätzlich Neues könne er nicht bringen, obwohl er im Einzelnen seinen eigenen Weg geht. Die Schrift enthält folgende Abschnitte: Einrichtung der Schieber, die Theilung, Logarithmen, Durchführung von Multiplicationen, Divisionen, Potenzen, Wurzeln und trigonometrischen Rechnungen. Obgleich wir im Allgemeinen jede Schrift, die für die Popularisirung der so praktischen Rechenschieber bei der Technikerschaft in richtiger Weise wirkt, auf das wärmste begrüßen, müssen wir doch dem vorliegenden Büchlein noch die besondere Anerkennung zuthun lassen, daß es die erforderlichen Erläuterungen in sehr klarer und präziser Form darbietet, sie in gut gewählten Beispielen vorführt und so ihre praktische Anwendung zeigt. Manchmal wird freilich etwas weit ausgeholt, aber das muss sich wohl durch den besonderen Zweck des Werkes erklären lassen; jedenfalls eignet es sich dadurch gut als Leitfaden zum Selbststudium. Das Büchlein zeigt schönen, klaren Druck und enthält zwei gefällige Tafeln. Es möge demselben die möglichste Verbreitung zuthun werden!

4080. **Brockhaus' Conversations-Lexikon.** 14. vollständig neu bearbeitete Auflage. 2. Band. Astrachan-Bilk. 1018 Seiten. Mit 58 Tafeln (darunter 4 Chromotafeln und 14 Karten) und 222 Textabbildungen. Leipzig, Berlin und Wien, 1892. F. A. Brockhaus.

Soeben ist der zweite Band der von uns kürzlich besprochenen Neuauflage des ausgezeichneten Werkes erschienen. Was wir damals von der vortrefflichen Ausstattung sagten, gilt hier wieder in vollem Umfang. Dem entspricht aber auch wieder die Reichhaltigkeit und Gediegenheit des Inhaltes: mehr als 6000 Stichworte enthalten erschöpfende Darstellungen des Wissenswerthen auf allen Gebieten. Für uns waren natürlich wieder besonders diejenigen von Interesse, welche sich auf technische Fragen beziehen; dabei erweist sich der Band von außerordentlicher Ergiebigkeit. So zeigten sich als den weitestgehenden Ansprüchen angemessen die Artikel: Atmosphäre, atmosphärische Eisenbahnen, Aufbereitung, Aufzug, Ausstellungsgebäude, Bäder, Bagger, Bahnhöfe, Bankgebäude, Barometer, Bauernhaus, Baumwollspinnerei, Beleuchtung, Bergbahnen, Bergbau, Berliner Stadt- und Ringbahn, Betriebsmittel der Eisenbahnen, Bierbrauerei u. v. a. Die meisten der im Vorstehenden aus einer ungewöhnlich hohen Zahl gleich vorzüglicher als Beispiele herausgehobenen Aufsätze enthalten zudem vorwiegend wohlgerathene Erläuterungszeichnungen im Text und auf den beigelegten Tafeln. Fast überall sind auch unsere (österreichischen) Einrichtungen erwähnt und gebührend gewürdigt. So finden wir auf der Tafel „Bahnhöfe“ die wohlgetroffenen Bilder des Wiener Nord- und Nordwestbahnhofes, sowie des Centralbahnhofes der Ungarischen Staatsbahnen in Budapest; solcher Beispiele ließen sich übrigens viele anführen. Alles in Allem können wir nur wiederholen: Ein ausgezeichnetes Werk! Möge auch seine jüngste Auflage die gleich große Verbreitung finden, wie die bisherigen!

\*) Siehe Wochenschrift 1891, Nr. 3.



### Die Bahnunterbrechung bei Kollmann nächst der Südbahnstation Waidbruck.

Vortrag, gehalten in der Fachgruppe der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure am 11. Februar 1892, von Ferdinand Holzer, Ober-Ingenieur der k. k. priv. Südbahn - Gesellschaft.

(Hiezu die Tafel XXXIII.)

Die im Vorjahre bei Kollmann nächst der Südbahnstation Waidbruck stattgehabte Katastrophe ist wohl noch in Aller Erinnerung. Bevor ich in eine Besprechung derselben eingehe, will ich in kurzen Worten die Situation vor Eintritt der Katastrophe schildern.

Von der am linken Eisackufer gelegenen Station Waidbruck führt die Bahntrasse der linksseitigen Thallehne entlang bis zur Röllelebrücke in *km* 181·8, übersetzt daselbst den Eisack und verbleibt bis zur Station Atzwang am rechtsseitigen Gehänge. An der linken Seite des Bahnkörpers, und zwar zum Theile dicht neben demselben in der Berglehne angeschnitten, zieht sich die Kastelruther Gemeindeftraße hin, an der rechten Seite fließt der Eisack, dessen linksseitiges Ufer von *km* 180·0 bis zur Röllelebrücke die rechtsseitige Bahnböschung unmittelbar bildet. Die Flußsohle liegt in dieser Strecke durchschnittlich circa 8 m unter der Bahnnivellette, welche letztere auf der ganzen in Betracht kommenden Partie eine Steigung von 12·5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> besitzt. Größere Kunstbauten kommen in diesem Theile der Bahn nicht vor. Im Profile 180·9/181·0 war ein Wächterhaus placirt. Am rechten Eisackufer, dem Bahnprofile 180·6<sup>7</sup>/<sub>7</sub> gegenüber, mündet der Gonderbach ein, welcher den zu so trauriger Berühmtheit gelangten Ort Kollmann durchfließt, und der ein Niederschlagsgebiet von circa 13 *km*<sup>2</sup> besitzt. Die k. k. Reichsstraße liegt an der rechtsseitigen Thallehne und überbrückt in Kollmann den Gonderbach.

In Folge eines heftigen Gewitterregens im Gebiete des zwischen dem Eisack- und Talferthale gelegenen Gebirgsstockes, des 2257 m hohen Rittnerhornes, brachte der Gonderbach in der Nacht vom 17. auf den 18. August vergangenen Jahres eine colossale, bergsturzähnliche Muhre, welche zum größten Theile aus gewaltigen Felsblöcken, gemischt mit Sand, Schutt, Wildholz etc bestand. Nach den Aussagen des in dieser Strecke stationirten Wächters kam die Muhre in drei Theilen. Der erste Theil hatte nur eine relativ geringe Cubatur, und schob lediglich einen kleinen Kegel in den Eisack vor, ohne einen nennenswerthen Stau zu verursachen. Die zweite Partie dagegen füllte das ganze Eisackbett bis circa 60 cm unter Schwellenhöhe auf, der gestaute Eisack floss über das Bahnplanum und griff den Bahnkörper an, der dritte und größte Theil endlich füllte den Eisack ganz auf und übermuhnte Bahn und Straße. (Fig. 1—4.) Die Gesamtmenge des zu Thal geförderten Materiales, in welchem Blöcke von 25 m<sup>3</sup> keine Seltenheit sind, lässt sich schätzungsweise mit 500.000 m<sup>3</sup> bezeichnen. Das erste Hindernis, welches sich der in Bewegung befindlichen Masse entgegenstellte, der Ort Kollmann, wurde zum Theile vom Erdboden weggefegt, und fielen leider auch eine größere Anzahl von Menschenleben dem rasch hereingebrochenen Unheile zum Opfer. Der colossale Muhrgang schob einen Riegel quer durch das ganze Eisackthal, der Fluss, die Bahn, die Kastelrutherstraße wurden verschüttet und die Geröllmassen bis auf die linke Berglehne geworfen. Die unmittelbare Folge dieses Ereignisses war das Aufstauen des Eisackflusses; es bildete sich ein bis zur Starzerbrücke nächst Waidbruck reichender Stausee, der sich einen Abfluss an der linken Berglehne am Auslaufe des Schuttkegels suchte, und auf Kosten der brüchigen Berglehne, deren Fuß er angriff, auch fand. Der Schaden, welchen der Grund-

besitz in den Gemeinden Kollmann und Barbian erlitt, wurde  
 ämtlich wie folgt bewerthet:

Zerstörte Aecker, Wiesen, Weingärten, Weiden und Wälder 44.200 □ <sup>0</sup> . . . . .	f. 34.610.—
Vollständige Zerstörung von 26 und starke Beschädigung von 4 Gebäuden . . . . .	f. 65.950.—
Beschädigung von Gemeindewegen und Schutz- anlagen . . . . .	f. 50.000.—
	<u>f. 150.560.—</u>

Die vorgenommenen Sondirungen ließen es als wahrscheinlich gelten, daß der Bahnkörper bis circa *km* 180·5 noch intact sei. Bei *km* 180·6 vollzog sich der Absturz der gestauten Wassermenge, die Differenz zwischen Ober- und Unterwasserspiegel betrug circa 4 *m*; mit reißender Schnelligkeit bewegte sich der Fluss der linken Lehne entlang, fortwährend Abrutschungen derselben verursachend, und erst bei *km* 181·1 erreichte er wieder das alte Bett, welches in diesem Theile von der Katastrophe nicht mehr beeinflusst war. Von *km* 180·5 bis 181·05 breitete sich der Schuttkegel, eine imposante, mit riesigen Blöcken übersäte Masse aus. Zwischen den genannten Stationierungspunkten ist die Bahn theils vollkommen zerstört, theils übermuhrt. In den Ort Kollmann wurde durch den Muhrgang eine breite Bresche gerissen und die Reichsstraßenbrücke zerstört.

Nach der geschilderten Sachlage und bei dem Umstande, daß 1 km Bahn vollkommen neu hergestellt werden musste, war eine längere Verkehrsunterbrechung voraussichtlich, und wurde daher vorerst für die Ueberführung der Reichsstraße über den Gonderbach ein provisorisches Holzobject hergestellt, und, nachdem der Personenzugsverkehr in vollem Umfange aufrecht erhalten werden sollte, im Einvernehmen mit der k. k. Bezirkshauptmannschaft Bozen ein Straßenfuhrwerksdienst zwischen den Stationen Waidbruck und Atzwang organisirt. Der Eilgutverkehr wurde auf kleinere Collis bis zum Gewichte von 50 kg (später 100 kg) beschränkt.

Das Programm für die Bauarbeiten lässt sich in folgenden Punkten zusammenfassen: 1. Herstellung einer provisorischen Bahnverbindung, 2. Herstellung einer Cunette behufs Rückleitung des Eisacks in sein altes Bett, 3. Senkung des Wasserspiegels im Stausee und 4. Ableitung des Gonderbaches.

Die unter Punkt 3 und 4 genannten Arbeiten waren unmittelbar nach der Katastrophe in Angriff genommen worden. Die Ableitung des Gonderbaches, der sich in Folge des Muhranges zum größten Theile in den Stausee ergoss, da er seinen Weg am nördlichen Rande des Schuttkegels genommen hatte, bezweckte die Freimachung des Schuttkegels von den zahlreichen, die Arbeit erschwerenden Wasseradern. Er wurde von der Reichsstraßenbrücke nach rechts, dem südlichen Rande des Schuttkegels folgend, geführt und wurden die benachbarten Culturgründe durch einen rauhen Steinwurf geschützt. Parallel mit dieser Herstellung liefen die Arbeiten behufs Senkung des Wasserspiegels. Bei der nächst dem Bahnkilometer 180.6 befindlichen, schon vorher besprochenen Stauwelle, welche linksseitig durch einen aus der Lehne vorspringenden Felskopf, rechtsseitig durch dicht gelagerte

große Felsblöcke begrenzt war, und bei der außerdem eine unter Wasser befindliche bedeutende Verklausung constatirt werden konnte, wurde durch Sprengen an beiden Ufern eine Profilserbreiterung und hiemit eine Erniedrigung des Oberwasserspiegels erzielt, eine Arbeit, die durch ein am 22. August eingetretenes Hochwasser noch wesentlich unterstützt wurde.

Die unter Punkt 2 genannte Herstellung einer Cunette durch den Schuttkegel soll die im allgemeinen öffentlichen Interesse gelegene Behebung der durch den großartigen Muthgang hervorgerufenen Verwilderung des Eisackflusses bezwecken, und bei künftig eintretenden Hochwässern weiteren Verwilderungen des Flusses, bzw. Zerstörungen der im Thale befindlichen Culturen und baulichen Anlagen vorbeugen. Durch den im festgelagerten Muhrmateriaie hergestellten Durchstich wird eine Wasserspiegelsenkung von circa 4 m erzielt, die Angriffe des Flusses auf die linke unsichere Lehne verhindert, und die Wiederherstellung der Kastelrutherstraße und des Waidbrucker Gemeindeweges erleichtert.

Um die Reisenden der lästigen und auch kostspieligen Wagenfahrt zwischen den Stationen Waidbruck und Atzwang zu entheben, die Unterbrechungsstelle zu kürzen und die für den Bau nothwendigen Materialtransporte zu erleichtern, wurde eine provisorische, normalspurige Rollbahn angelegt. Sie begann bei km 180, schwenkte bei km 180.1 vom Bahnkörper nach links ab, um auf die bis km 180.450 intact gebliebene Kastelrutherstraße zu gelangen, verblieb auf derselben bis zu vorgenanntem Kilometer, übersetzte sodann vermittelst eines Holzprovisoriums mit 16 Oeffnungen à 5 m Weite den Eisack, benützte im weiteren Verlaufe den Schuttkegel u. zw. bis km 180.9, traversirte daselbst mit Hilfe eines Holzprovisoriums von 160 m Länge abermals den Fluss, um den Anschluss an die bestehende Bahn zu finden. Rücksichtlich der Nivellette der Rollbahn kommt zu bemerken, daß selbe von km 181.05 bis zum nördlichen Provisorium eine Steigung von 25‰ besaß, über dasselbe horizontal verlief, sich auf der Kastelrutherstraße an die Nivellette derselben anschloss und sodann vom höchsten Punkte derselben (km 180.25) bis zum Anschlusse an das bestehende Geleise bei km 180.1 abfiel. (Fig. 1 u. 2.) Die Strecke von der nördlichen Abzweigung der Rollbahn bis zum nördlichen Provisorium bot keine Schwierigkeiten, es war lediglich zur Erreichung der Kastelrutherstraße eine mäßige Dammschüttung herzustellen, für welche das nöthige Materiale unmittelbar der benachbarten Lehne entnommen wurde.

Die nördliche Eisacküberbrückung wurde in fünf Tagen bewirkt. Die gewählte Jochdistanz von 5 m erweist sich für solche Fälle als praktisch, weil man einerseits für die in Betracht kommenden Lasten mit leichten abgeblatteten Hölzern das Auslangen findet, und weil man andererseits keine separate Rüstung für die Pilotirung braucht, sondern bis zu diesen Weiten mit Ausschussgerüsten arbeiten kann. Die Construction des Provisoriums war die denkbar einfachste. Drei durch ein Kappholz verbundene Piloten pro Joch, darüber gestreckt vier abgeblattete Tragbäume von 0.16 m Höhe, auf welchen die Querschwellen auflagern. Auf der stromabwärtigen Seite war ein Geländer angebracht.

Am nördlichen Theile des Schuttkegels kam die Rollbahn in einen circa 140 m langen, durchschnittlich 2.5 m tiefen Einschnitt zu liegen, der zufolge der großen Blöcke nur durch Sprengung aufgeschlossen werden konnte; per Tag wurden im Mittel 250 Minen gebohrt, und erfolgte die Entladung derselben in drei, behördlich genau fixirten Sprengzeiten. Das gewonnene Materiale wurde auf einem schmalspurigen Arbeitsgeleise verführt und nebst weiterem, von anderen Theilen des Schuttkegels auf Förderbahnen herbeigeschafftem Materiale zur Bildung des an das südliche Provisorium anschließenden, circa 200 m langen, durchschnittlich 4.5 m hohen Dammes benützt.

Das südliche Holzprovisorium war in der Ausführung sehr schwierig, denn es musste zum großen Theile in dem reißenden, grobe Geschiebe führenden Wasser hergestellt werden. Es wurde wie das nördliche Provisorium von beiden Ufern gleichzeitig in Angriff genommen; am 22. August waren nach dreitägiger, mühevoller und gefährlicher Arbeit am südlichen Ende, dem kritischsten Punkte, 15 m in den Fluß vorgebaut, da kam das schon erwähnte

Hochwasser, nahm nicht nur das bisher Hergestellte, sondern noch 30 m Bahnkörper mit fort, und vereitelte auch noch am 23. August die Arbeit. Nach Versicherung des Bahnkörpers wurde die Pilotirung neuerlich in Angriff genommen und die Provisoriumsherstellung nach denselben Principien wie bei der nördlichen Ueberbrückung durchgeführt. Im Hinblick auf die bedeutende Höhe der Joche, auf die zuweilen ungenügende Pilotirungstiefe und auf die Lage des Objectes in einer Steigung von 25‰, wurde ein Längsverband in der Weise angeordnet, daß die einzelnen Joche in einer Höhe von 2 m über dem Bauwasserspiegel durch Zangen verbunden und zwischen diesen und dem Ueberbaue Andreaskrenze angebracht wurden. Als die von beiden Ufern vorgebauten Theile sich bis auf 15 m genähert hatten, wurde von der Pilotirung der noch restirenden zwei Joche mit Rücksicht auf die außerordentliche Gefährlichkeit, welche das Einbringen der Piloten bot, Abstand genommen und die Weite von 15 m mit einem Hängewerke überbrückt. Von dem 160 m langen Provisorium ruhten 90 m auf pilotirten Jochen, 70 m auf Böcken mit Sohlschwellen. Nach zehntägiger, Tag und Nacht betriebener Arbeit war auch dieses Provisorium fertiggestellt. Mittlerweile war bei km 181.1 eine provisorische Station, bestehend aus dem Telegraphenbureau, einem gedeckten Warteraum und einem bedielten Perron errichtet, es konnte daher, nachdem noch das Rollbahngeleise auf seine ganze Länge (rund 1 km) zwischen den Schienen mit einer Bedielung versehen worden war, am 3. September v. J. die Rollbahn ihrer Bestimmung, die Gepäck- und Eilgutbeförderung zwischen den beiderseitigen Zügen zu besorgen, zugeführt werden.

Sodann wurde mit aller Kraft an die Ausführung des Locomotivprovisoriums geschritten. Um einestheils die Erd- und Felsarbeiten auf ein Minimum zu beschränken und um andertheils die hölzernen Provisorien als willkommene Stützpunkte für die Herstellung derjenigen Rüstungen benützen zu können, welche für die Aufstellung der Schlagwerke erforderlich waren, musste man sich thunlichst der Rollbahn anschmiegen. Der hiebei angewendete Minimalradius von 150 m kam an drei Stellen in Anwendung.

Rücksichtlich der Nivellette war die nördliche Eisacküberbrückung bestimmend, da die Unterkante derselben den noch zu erwartenden Hochwässern entsprechend fixirt werden musste. Die dabei vorkommende Maximalsteigung von 25‰ kam auf einer Strecke von 600 m Länge zur Anwendung.

Es möge nunmehr eine Beschreibung der einzelnen Arbeiten folgen, u. zw. zunächst der Herstellung des Bahnkörpers bis zum nördlichen Provisorium. Um die Höhe der Kastelrutherstraße zu erreichen, war ein 200 m langer, im Maximum 3.5 m hoher Damm auszuführen, dessen Fuß zum größten Theile in den Stausee zu liegen kam. Um nun das langwierige Schütten „vor Kopf“ möglichst einzuschränken, wurde im höchsten Damtheile ein 71 m langes, zum Befahren mit Locomotiven geeignetes Bockgerüst hergestellt. Während dieses sich in Arbeit befand, konnte mit Zuhilfenahme eines neben der Kastelrutherstraße eröffneten Steinbruches die niedere Dammpartie geschüttet werden, und war man nun in der Lage, Materialzüge einzuleiten und mit Hilfe dieser und der vorerwähnten Förderbahn die Dammerstellung zu forciren und den Anschlussdamm an das nördliche Provisorium, welcher eine ansehnliche Cubatur repräsensirte, zu vollenden. In dem erwähnten Damme wurde ein 6 m weites Object, dessen Tragconstruction aus vier Trägern zu je zwei mit einander verschraubten und verklammerten Balken bestand, ausgespart.

Bei der Herstellung des nördlichen Provisoriums musste thunlichst mit der Constructionshöhe gespart werden. Dies bedingte kleine Stützweiten und größere Trägerzahl, es wurden daher Stützweiten von 6.3 m gewählt, und dies auch aus dem Grunde, weil für sechs solcher Oeffnungen das gesammte, nothwendige Holz- und Eisenmateriale zur augenblicklichen Verfügung stand. Das nördliche Provisorium erhielt 13 Oeffnungen, 12 zu 6.3 m und 1 zu 4.5 m Stützweite, 13 Joche sind pilotirt, das 14. (am süd. Ende) wurde als Bockjoch construiert und mit einer Steinschlichtung ummantelt. Jedes Joch besteht aus zehn Piloten, acht hievon sind vertical, 2 schräg geschlagen. Die Pilotirung, welcher die Herstellung eines 12 m breiten Plateau-

gerüstet zur Aufstellung und Dirigirung der Rammen vorangegangen war, wurde von beiden Ufern gleichzeitig in Angriff genommen und gestaltete sich ziemlich schwierig. Die Pilotage wurde Tag und Nacht betrieben; es war eine elektrische Beleuchtung der Baustellen installiert worden. Während die Pilotirung ihren Fortgang nahm, wurden am Schuttkegel die einzelnen Tragconstructionen abgebunden. Als Tragconstruction fungiren vier aus je zwei Balken vom Querschnitte 24/29 cm zusammengesetzte Träger, auf welchen die Querschwellen lagern. Diese und die Tragbalken sind mit einander verschraubt und wurde außerdem, um die Längsverschiebung je zweier einen Träger bildenden Balken zu hindern, eine ausgiebige Verklammerung derselben durchgeführt. Am 18. September v. J. war dieses Provisorium fertiggestellt und konnten die Züge direct bis zu dem Profile 180<sup>7</sup>/<sub>8</sub> verkehren.

Den Schwerpunkt der Arbeiten am Schuttkegel bildete die Herstellung des Anschlussdammes an das südliche Provisorium, die ganz besonders energisch betrieben werden mussten, und wobei mittelst vier schmalspurigen Rollbahnen rund 400 m<sup>3</sup> pro Tag geleistet wurden.

Was endlich die südliche Eisacküberbrückung angeht, so wiesen der schon beim Rollbahnsteg geschilderte Zustand des Flusses an der

Uebersetzungsstelle, die Schwierigkeiten, mit welchen bei der Pilotirung zu kämpfen war, und der geringe Fortschritt bei derselben darauf hin, die Pilotirung wenigstens in dem reißendsten Theile des Flusses auf ein Minimum zu beschränken, d. h. möglichst große Spannweiten zu wählen. Ueber meinen Vorschlag gelangten Howe'sche Träger mit zwei Weiten à 22.5 m, an welche sich gegen Norden fünf Oeffnungen à 9 m anschließen sollten, zur Verwendung. Die Brücken mit 9 m Stützweite besitzen zwei Hauptträger (Fig. 7 u. 8), deren jeder aus zwei Balken zusammengesetzt ist, welche miteinander durch Schrauben verbunden und behufs Aufnahme der horizontalen Schubkraft mit eichenen Zahneinlagen versehen sind. Die einzelnen Balken, welche

auf zwei Seiten abgeblattet sind, haben am dicken Ende 60 cm, am schwachen 40 cm Höhe, und im Mittel 60 cm Breite, so daß zwei solcher Hölzer übereinander gelegt, einen Träger von 1 m Höhe und 60 cm mittlerer Breite geben. Die Tragwände der Howe'schen Brücke (Fig. 5 u. 6) haben eine Höhe von 2.51 m, Ober- und Untergurten bestehen aus je drei Balken von 20/26 cm Querschnitt, in welche die Eichenklötze, an die sich die Streben stützen, eingelassen sind. Die beiden Tragwände sind durch Querschwellen und Unterzüge, welche durch die 40 mm starken Hängeschrauben zusammengefasst sind, miteinander verbunden. Zur seitlichen Versteifung sind an jeder zweiten Querschwelle Andreaskreuze und außerdem ein oberer und unterer Windverband angeordnet. Das Geleise ruht auf Langschwellen. Rücksichtlich der Kosten der Holzprovisorien bemerke ich, daß für den Meter Brücke, gleichgiltig, ob von 6, 9 oder 22.5 m Stützweite, 100 fl. bezahlt wurden, und begreift dieser Preis die Lieferung, Anarbeitung und Montirung, die Herstellung der erforderlichen Gerüste und die Pilotirung in sich. Das nöthige Eisenmaterial wurde von der Gesellschaft beigestellt. Eine nachträgliche Calculation, angestellt auf Grund der factisch ausbezählten Löhne und der verwendeten Materialien, ergibt folgende Vertheilung der Kosten auf die einzelnen Arbeitskategorien, u. zw. reducirt auf den laufenden Meter Brücke:

#### a. Gerüstungen.

α) Gerüstpfähle . . . . .	fl. 5.16
β) Rüstdielen . . . . .	fl. 6.20
γ) Traghölzer . . . . .	fl. 10.70
	<hr/>
	fl. 22.06

#### b) Pilotirung.

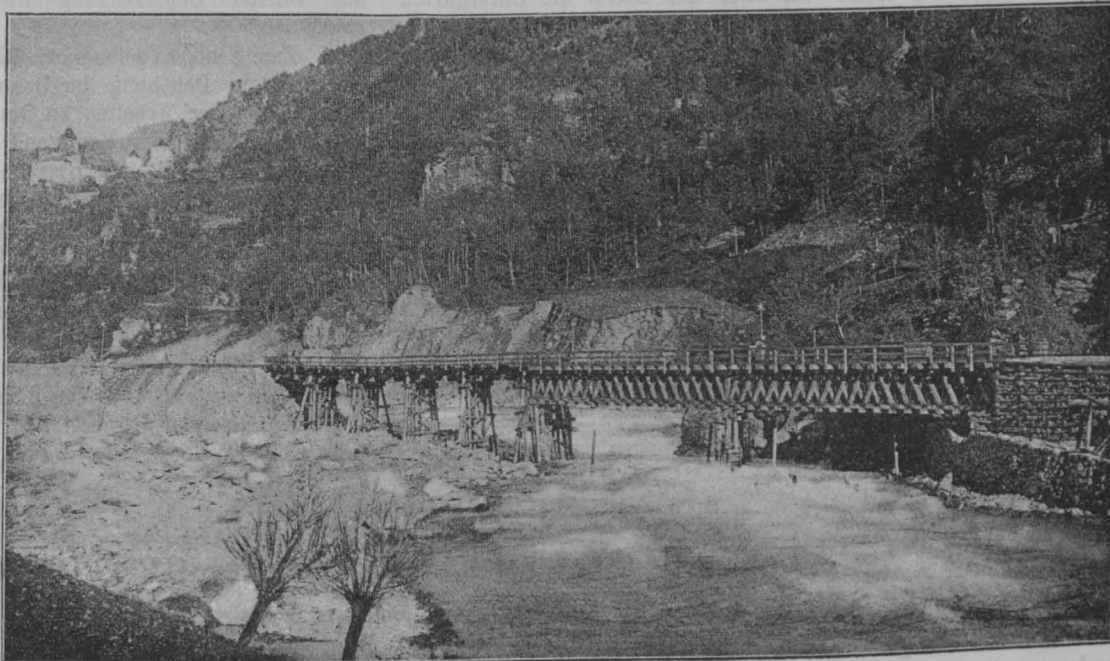
α) Pilotenholz . . . . .	fl. 6.65
β) Kosten der Pilotirung . . . . .	fl. 20.—
	<hr/>
	fl. 26.65

c) Constructionschölzer . . . . . fl. 37.14

d) Arbeitslöhne der Zimmerleute . . . . . fl. 22.15

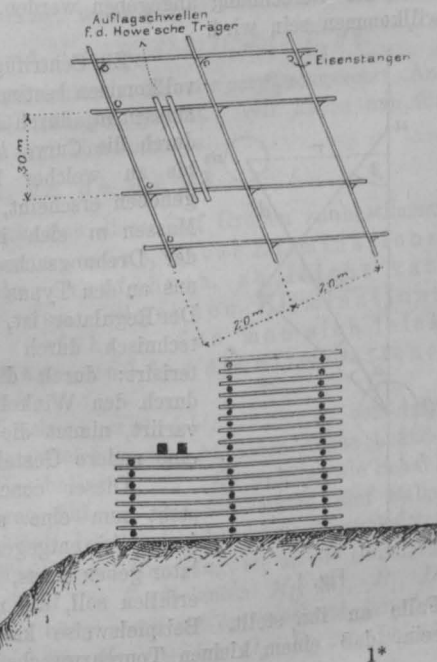
Summa . . . . . fl. 108.—

Rücksichtlich der Auflagerung des Howe'schen Trägers kommt Folgendes zu bemerken: Am südlichen Ende desselben bot eine Felspartie das Fundament für denselben. Der Fels wurde geebnet und ein solider Steinkasten auf demselben hergestellt; um jede Verschiebung zu hindern, wurden 4 m lange, 6 cm starke Eisenstangen 1.5 m tief in den Fels eingelassen und vergossen und sind dieselben in den Ecken des Kastens angeordnet, wo sie sorg-



Südliches Provisorium.

fälligst mit Steinen umschichtet wurden (s. Textfigur). Das Mitteljoch kam allerdings schon in schweres Wasser zu liegen, eine vorspringende Felsnase bricht jedoch die Wucht desselben und gewährt Schutz. Das nördliche Auflager des Howe'schen Trägers, das wie das Mitteljoch aus zwölf Piloten besteht, befindet sich schon in seichtem Wasser, und ist dasselbe mit dem benachbarten Endjoch der 9 m Oeffnungen, welches zehn Piloten besitzt, combinirt, so daß ein massiger, nach allen Richtungen





gut verstreuter Stützpunkt geschaffen ist, welcher es befähigt, auch bei bedeutenderen Hochwässern genügend Widerstand zu leisten.

Die Arbeiten beim südlichen Provisorium wurden am 12. September mit der Pilotirung des nördlichen Endjoches der 9 m Oeffnungen in Angriff genommen und wurde gleichzeitig auch der Rüstboden für die Montirung des Howe'schen Trägers begonnen. Um nicht separate Gerüste für das Schlagen der Auflagpilote des Rüstbodens herstellen zu müssen, wurden 20 m lange, leichte, abgeblattete Hölzer einestheils an den Jochen des Rollbahnsteiges befestigt, andernteils auf den Felsnasen der linksseitigen Lehne aufgelagert, und von diesem allerdings sehr elastischen Boden aus wurden mit der Handramme leichte Piloten unter diese Hölzer geschlagen. Am 12. September langten auch die ersten Constructionshölzer für den Howe'schen Träger in Waidbruck an und wurden diese, sowie alle übrigen für das südliche Provisorium bestimmten Hölzer zu dem am Südende des nördlichen Provisoriums befindlichen Reißboden gefloßt. Am 20. September war die Pilotage beim südlichen Provisorium beendet — die 84 Stück Pfähle waren demnach in acht Tagen geschlagen worden — und wurde an diesem Tage mit der Montirung des Gitterträgers begonnen. Dieselbe ging in der Weise vor sich, daß zuerst die Untergurten aufgelegt, in diese die Eichenklötze eingepasst, sodann die Streben, von denen immer zwei Haupt- und eine Gegenstrebe zu einem Dreifuß verbunden waren, aufgestellt, die oberen Klötze aufgebracht, und über diese die oberen Gurtungen gestreckt wurden; nach Auflegen der Querschwellen, Ein- und Anziehen der Hängeschrauben war das eigentliche Tragwerk fertig, und wurde an das Anbringen der Vertical- und Horizontalverbände, sowie an das Verlegen der Geleiseschwellen geschritten. Nach 31½tägiger Montirungsdauer war die Howe'sche 45 m lange, ein Quantum von circa 100 m<sup>3</sup> repräsentirende Construction, sowie die angrenzenden fünf 9 m Oeffnungen vollendet, und wurde nach vorhergegangener, mit günstigem Erfolge durchgeführter Belastungsprobe, am 23. September der Personen- und am 24. September der Gesamtverkehr aufgenommen. Die Unterbrechung hat daher 36 Tage gedauert; es kommen jedoch, des am 22. August eingetretenen Hochwassers wegen, welches die bis

zu diesem Zeitpunkte vollführten Herstellungen wieder zerstörte, für den Bau der 1059 m langen, neuen Strecke eigentlich nur 30 Tage in Anrechnung.

Das Howe'sche Trägersystem empfiehlt sich sehr für provisorische Bauten. Die Anarbeitung ist sehr einfach, kann daher auch bei forcirter Arbeit präzise sein, es kommen nur ganz einfache Verkämmungen und lediglich winkelrechte Schnitte vor. Die Montirung geht sehr rasch von statten, und was die Hauptsache ist, die zeitraubende, schwierige Pilotirung wird bedeutend reducirt.

Bei dieser Gelegenheit sei auch kurz der transportablen Brücken gedacht. Bei den zahlreichen Gebirgsstrecken der österr. Eisenbahnen kommen fast alljährlich Bahnunterbrechungen vor, und würden sich bei vielen solchen Anlässen leicht und rasch montable eiserne Brücken als eine wahre Wohlthat erweisen. Die Kosten für diese Constructionen und die mechanische Ausrüstung zur Lancirung derselben würden wahrscheinlich schon bei einmaliger Verwendung hereingebracht werden, da es sich ja bei allen diesen Herstellungen weniger um das nöthige Baucapital zur Wiederherstellung der Bahn, sondern hauptsächlich um die durch die Verkehrsstörung bedingten Verluste handelt. Ich möchte aus vollster Ueberzeugung die Anschaffung solcher Brücken empfehlen.

Zum Schlusse seien noch Diejenigen genannt, welche an den Arbeiten zur Behebung der Bahnunterbrechung mitgewirkt haben. Die Leitung der Arbeiten an Ort und Stelle ruhte in den Händen des Herrn Inspectors Ferdinand Pichler, Vorstand der Bahninspection Innsbruck, dem Herr Ober-Ingenieur Matthias Verdross, der Leiter der Ingenieur-Section Bozen, mit dem nöthigen technischen Personale zur Seite stand; wenngleich ich ebenfalls an der Unterbrechungsstelle thätig war, kann ich, ohne im geringsten parteiisch zu sein, mit bestem Gewissen behaupten, daß Alle in der aufopferndsten Weise den Geist und Körper in gleicher Weise beanspruchenden schwierigen Arbeiten sich widmeten, und so oft es erforderlich war, Tag und Nacht im Dienste standen. Die Lieferung der Hölzer für die Locomotivprovisorien und die Ausführung derselben war der Firma Steinbeis & Consorten in Brannenburg (Bayern) übertragen worden, die sich auf das Beste bewährte.

## Ueber die Berechnung von Centrifugal-Regulatoren.

Von Prof. K. Fuchs in Budapest.

Zu den lästigsten Arbeiten des Ingenieurs gehört die Berechnung eines Centrifugalregulators. Im Folgenden soll eine Methode der Berechnung angegeben werden, die vielleicht Manchen willkommen sein wird.

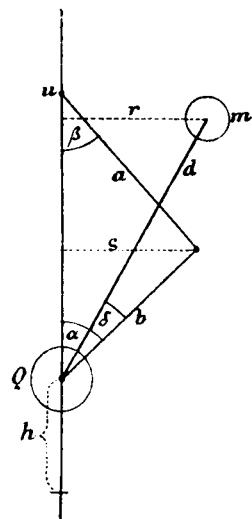


Fig. 1.

Fälle an ihn stellt. Beispielsweise kann die Bedingung gestellt sein, daß einem kleinen Tourenzuwachs  $dn$  eine proportionale

Ein Centrifugalregulator ist functionell vollkommen bestimmt durch die schwingenden Massen  $m$ , durch das Gegengewicht  $Q$  und durch die Curve  $h' = f(r)$ , welche ergibt, bis zu welcher Höhe  $h$  das Gewicht  $Q$  gehoben erscheint, wenn die schwingenden Massen  $m$  sich in der Entfernung  $r$  von der Drehungsachse befinden. Halten wir uns an den Typus der beigegeführten Figur 1. Der Regulator ist, abgesehen von  $m$  und  $Q$ , technisch durch vier Constanten charakterisirt: durch die Längen  $a$ ,  $b$ ,  $d$  und durch den Winkel  $\delta$ . Wenn man dieselben variirt, nimmt die Curve  $h' = f(r)$  immer eine andere Gestalt an.

Dieser concreten Curve  $h' = f(r)$  steht nun eine andere theoretische Curve  $h = \varphi(r)$  entgegen, nach welcher der Regulator gehen muss, wenn er die Bedingungen erfüllen soll, die man in einem gegebenen

Höhenzunahme  $dh$  entsprechen soll, daß somit gilt:  $dh = kdn$ , wo  $k$  die Proportionalitätsconstante ist. Sie gibt an, wie hoch  $Q$  gehoben werden soll, wenn die Tourenzahl des Regulators (per Secunde) um eins wächst. Es gilt nun zu berechnen, welche Werthe man den Constanten  $a$ ,  $b$ ,  $d$ ,  $\delta$  geben muss, damit dasjenige Stück der praktischen Curve  $h'f(r)$ , welches man auszunützen beabsichtigt, möglichst genau mit der theoretischen Curve  $h = \varphi(r)$  zusammenfalle. Die Berechnung dieser möglichst zweckmäßigen Constanten ist der Gegenstand der vorliegenden Studie.

Die Centrifugalkraft  $p$  der schwingenden Massen  $m$  im Abstand  $r$  von der Achse bei der Tourenanzahl  $n$  per Secunde ist gegeben durch

$$p = arn^2, \quad a = \frac{4\pi^2}{g}, \quad g = 9.8 \dots$$

Diese Kraft  $p$  soll paralysirt werden durch das Gegengewicht  $Q$ . Bei einer kleinen Verschiebung müssen also Centrifugalkraft  $p$  und Last  $Q$  gleiche Arbeiten leisten, d. h. es muss gelten

$$Q dh = p dr = arn^2 dr.$$

Wenn wir nun, um einen bestimmten Fall zu behandeln, die obige Bedingung  $dh = kdn$  festhalten, dann gestaltet sich die weitere Rechnung folgendermaßen. Durch Integration finden wir

$$\int dh = \int kdn \quad \text{oder} \quad h = kn + c.$$

Als Nullpunkt der Höhenmessung nehmen wir den Punkt an, wo  $Q$  steht, wenn der Regulator die normale Tourenzahl  $n_0$  hat, so daß wir gewinnen

$$o = k n_0 + c,$$

woraus sich für die Integrationsconstante  $c$  der Werth ergibt  $c = -k n_0$  oder

$$h = k n - k n_0.$$

Dies gibt für  $n$

$$n = \frac{h + k n_0}{k}.$$

Dies eingesetzt in der Gleichung für  $Q dh$  finden wir

$$Q dh = \frac{a (k n_0 + h)^2}{k^2} \cdot r dr.$$

Die Integration liefert, wenn wir die Variablen sondern,

$$-\frac{1}{(k n_0 + h)} = \frac{a r^2}{2 Q k^2} + C.$$

Wenn bei der normalen Tourenzahl,  $n_0$  entsprechend,  $r = r_0$  wird, bestimmt sich die Constante  $C$ , und wir gewinnen leicht das Endresultat  $h = \varphi(r)$  oder

$$h = k n_0 \frac{(r^2 - r_0^2)}{\left(\frac{2 Q b g}{4 \pi^2 m n_0}\right) - (r^2 - r_0^2)} \quad (h = \varphi(r)).$$

oder abgekürzt

$$h = c_1 \frac{r^2 - c_2}{c_3 - r^2} = -c_1 \frac{c_2 - r^2}{c_3 - r^2}.$$

Diese Gleichung zwischen  $r$  und  $h$  gibt also an, nach welcher Curve der Regulator laufen muss, wenn die Höhe  $h$  und die Tourenzahl  $n$  einander stets proportional sein sollen.

Nun untersuchen wir, nach welcher Curve unser Regulator in der Praxis läuft. Wenn  $\lambda$  angibt, wie tief der Nullpunkt der  $h$  unter dem obersten Drehpunkt  $n$  (s. Figur 1) liegt, dann haben wir für die Function  $h' = f(r)$ , d. h. für die praktische Curve den Ausdruck

$$h' = \lambda - \sqrt{a^2 - \rho^2} - \sqrt{b^2 - \rho^2}$$

$$\rho = \frac{b}{d} (r \cos \delta + \sqrt{d^2 - r^2} \sin \delta), \text{ also } (h' = f(r)).$$

Es gilt nun die Curve  $f(r)$  der Curve  $\varphi(r)$  anzupassen. Zunächst geben wir den Größen  $a, b, d, \delta, m, Q$ , beliebige Werthe, die uns passend erscheinen, geben die Normaltourszahl  $n_0$  an, wählen eine Normalentfernung  $r_0$ , bestimmen die Proportionalitätsconstante  $k$ , wählen fünf beliebige Entfernungen  $r = r_1 \dots r_5$  und berechnen aus der Formel  $\varphi(r)$  die theoretischen Werthe von  $h$ , die wir als  $h_1 \dots h_5$  bezeichnen. Sodann berechnen wir für dieselben Werthe  $r_1 \dots r_5$  die praktischen Werthe von  $h' = f(r)$ , die wir mit  $h'_1 \dots h'_5$  bezeichnen. Statt zu rechnen, können wir auch zeichnen. Die Rechnung wird sehr erleichtert, wenn man eine Tabelle der Quadratwurzeln zu Hilfe nimmt. Im Allgemeinen werden alle coordinirten Werthe  $h_1$  und  $h'_1, h_2$  und  $h'_2$  etc. differiren, und wir erhalten fünf Differenzen

$$h'_1 - h_1 = \Delta h_1, \quad h'_2 - h_2 = \Delta h_2, \quad \dots \quad h'_5 - h_5 = \Delta h_5,$$

und wir haben die Aufgabe, diese Differenzen verschwinden zu machen. Es wird nicht überflüssig sein, zu bemerken, daß wir  $r_0$  nicht als einen der fünf Punkte wählen dürfen, da für  $r = r_0$  unbedingt  $h_0 = h'_0 = o$  ist.

Verweilen wir zunächst bei  $h_1$  und  $h'_1$ . Wir können offenbar beide Curven ändern, indem wir den Constanten  $a, b, d, \delta, m, Q$  andere Werthe verleihen. Wenn wir beispielsweise  $a$  um  $da$  größer nehmen, dann wird für jeden Werth von  $r$  auch  $h'$  um ein Differential  $dh'$  vergrößert (eventuell verkleinert) erscheinen. Wenn wir  $h'$  differenziren, finden wir für das Verhältnis von  $da$  und  $dh'$  den Werth

$$\frac{dh'}{da} = -\frac{a}{\sqrt{a^2 - \rho^2}}.$$

Wenn wir in der Zeichnung die Linien  $a$  und  $\sqrt{a^2 - \rho^2}$  aufsuchen, sehen wir, daß unser Quotient nichts anders ist als

$$\frac{dh'}{da} = -\frac{1}{\cos \beta} = -\sec \beta.$$

Wenn wir also den Regulator in der Stellung von  $r_1$  zeichnen, dann können wir den Werth des Quotienten direct messen. Wir können aber außer  $a$  auch  $b, d, \delta$  ändern, und jedesmal ändert sich der Werth von  $h'$  in jedem Punkte. Nun gilt bekanntlich für die Gesamtänderung von  $h'$  in einem beliebigen Punkte  $r$ , wenn alle vier Constanten sich ändern,

$$dh' = \left(\frac{dh'}{da}\right) da + \left(\frac{dh'}{db}\right) db + \left(\frac{dh'}{d\delta}\right) d\delta + \left(\frac{dh'}{dd}\right) dd.$$

Für die partiellen Differentialquotienten von  $h'$  finden wir aber leicht aus der obigen Gleichung  $h' = f(r)$  die Werthe:

$$\left(\frac{dh'}{da}\right) = -\sec \beta$$

$$\left(\frac{dh'}{db}\right) = \tan \beta - \cos \alpha$$

$$\left(\frac{dh'}{d\delta}\right) = -\frac{b}{\delta} (\tan \alpha + \tan \beta) \tan (\alpha - \delta) \cos \alpha = -\left(\frac{dh'}{d\delta}\right) \frac{\tan (\alpha - \delta)}{d}$$

$$\left(\frac{dh'}{dd}\right) = b (\tan \alpha + \tan \beta) \cos \alpha.$$

Wenn wir also den Regulator in der Stellung  $r_1$  gezeichnet haben, können wir leicht den Zahlenwerth dieser vier Quotienten bestimmen. Wir wollen diese vier Werthe mit  $A_1, B_1, D_1, E_1$  bezeichnen. Wir können auch die Curve  $\varphi(r)$  ändern, indem wir  $m$  und  $Q$  ändern oder das Verhältnis  $Q:m$  variiren. Wenn wir  $Q:m$  mit  $\mu$  bezeichnen, dann finden wir

$$\left(\frac{dh}{d\mu}\right) = c_1 \cdot \frac{2bg}{4\pi^2 n_0} \cdot \frac{c_2 - r^2}{c_3 - r^2} = \frac{b^2 g}{2\pi^2} \cdot \frac{h}{r^2 - r_0^2}.$$

Den Werth dieses Quotienten für  $r = r_1$  wollen wir mit  $M_1$  bezeichnen. Die beiden veränderten Curven fallen für  $r = r_1$  zusammen, wenn gilt

$$h'_1 + dh'_1 = h_1 + dh_1 \text{ oder } h'_1 - h_1 = dh_1 - dh'_1 \\ \text{oder } \Delta h_1 = dh_1 - dh'_1$$

Wenn wir rechts die Werthe vollständig einsetzen, dann haben wir

$$\Delta h_1 = M_1 d\mu - A_1 da - B_1 db - D_1 dd - E_1 d\delta$$

Solche Gleichungen erhalten wir fünf. Für  $r = r_2$  verschwindet die Differenz  $\Delta h_2$ , wenn gilt

$$\Delta h_2 = M_2 d\mu - A_2 da - B_2 db - D_2 dd - E_2 d\delta$$

In den Differentialquotienten ist hiebei  $r = r_2$  eingesetzt. Analog sind die übrigen Gleichungen gebaut. Wir haben nun fünf lineare Gleichungen mit fünf Unbekannten

$$d\mu, da, db, dd, d\delta,$$

und es gilt durch Elimination diese fünf Größen zu bestimmen.

So unangenehm es wäre, diese Eliminationen durch Rechnung durchzuführen, so leicht kann man sie mittelst des folgenden Eliminationsapparates (Fig. 2) ausführen, den man sich leicht selber herstellen kann, und der die Eliminationen automatisch ausführt.

Wir haben fünf Achsen  $aa', bb', \dots ee'$ , von denen nur die erste vollständig gezeichnet ist. An jeder Achse befinden sich sechs horizontale Wagebalken  $l_1 \dots l_6$ , welche, wie Schnellwagen, Scalen aufgetragen haben. An den ersten fünf Balken hängen genau gleiche, cylindrische Glocken vom Querschnitt  $q$ , welche unten schwere Ringe tragen. Man hängt sie an die Hebelarme der Achse  $a a'$  entsprechend den Coefficienten  $M_1, A_1, B_1, D_1, E_1$ ; an den Balken  $bb'$  hängt man sie entsprechend den Coefficienten der zweiten Gleichung  $M_2, A_2, B_2, D_2, E_2$  etc. Im All-

gemeinen werden in jeder Gleichung Coëfficienten vorkommen, die über die Scala der Wagebalken hinausgehen. Man kürzt daher jede Gleichung durch Division so, daß die Coëfficienten in den Umfang der Scalen fallen. Die Glocken lässt man in Wasser-

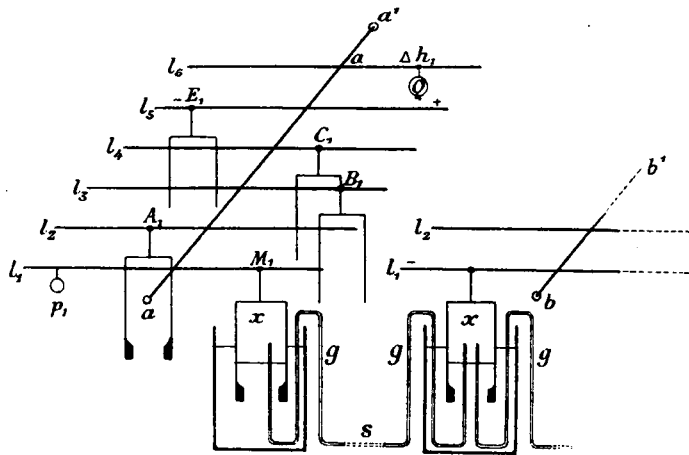


Fig. 2.

gefäße tauchen; aber die Glasröhren  $g$ , welche durch Kautschukschläuche  $s$  verbunden sind, machen die abgesperrten Luftmengen der Glocken  $M_1, M_2, M_3, \dots$  miteinander communiciren; ebenso communiciren die Lufträume der Glocken  $A_1, A_2, \dots A_5$  etc. Zunächst lässt man die Lufträume auch mit der äußeren Luft communiciren, indem man jede der fünf Leitungen an irgend einer Stelle öffnet, und nun equilibriert man alle fünf Hebelsysteme durch Laufgewichte  $p_1, p_2, \dots p_5$ . Dann werden alle Balken horizontal liegen, und in allen Glocken steht das Wasser ebenso hoch, wie in dem betreffenden Gefäße. Nun schließt man alle fünf Luftleitungen und hängt an den rechten Arm jedes Hebelsystems ein Laufgewicht  $Q$ , entsprechend der Summe  $\Delta h_1$ , resp.  $\Delta h_2 \dots \Delta h_5$ . Da in der Praxis  $\Delta h_1$  in der Regel sehr klein ist, nimmt man etwa das Zehnfache davon, also etwa  $10 \Delta h_1, 10 \Delta h_2 \dots$ . Wir werden sehen, daß dann auch die Schlussresultate  $d\mu, da, \dots d\delta$  zehnmal zu groß sein werden, also durch 10 dividirt werden müssen. Nun werden die Achsen sich sofort schief stellen; die Glocken werden theils tiefer tauchen, theils höher steigen, jedenfalls wird aber in allen fünf Glocken  $M_1 \dots M_5$  derselbe Luftdruck  $x$  herrschen; in allen fünf Glocken  $A_1 \dots A_5$  herrscht der gleiche Luftdruck  $y$  etc. Das Wasser in den Glocken steht dann höher oder tiefer als in den Gefäßen. Nach den Gesetzen der Hydrostatik ist der Auftrieb in der Glocke  $M_1$  gleich  $qx$ , und da die Glocke an einem Arme von der Länge  $M_1$  hängt, so liefert dies ein Drehungsmoment  $-M_1 qx$ . Analog liefert die Glocke  $A_1$  an der Achse  $a'$  ein Moment  $-A_1 qy$  etc. Schließlich liefert das Gewicht  $Q$ , das wir numerisch mit  $q$  zusammenfallen lassen, das Moment  $+q \Delta h_1$ . Sobald also die Achse  $a'$  in's Gleichgewicht kommt, ist die Summe der Momente gleich Null, d. h. es gilt

$$q \Delta h_1 - q M_1 x - q A_1 y - q B_1 z - q D_1 u - q E_1 v = 0$$

oder

$$M_1 x + A_1 y + B_1 z + D_1 u + E_1 v = \Delta h_1$$

Analoge Gleichungen gelten für alle fünf Achsen, für die letzte also

$$M_5 x + A_5 y + B_5 z + D_5 u + E_5 v = \Delta h_5.$$

Nun fallen aber diese Gleichungen vollkommen mit unseren obigen fünf Gleichungen zusammen, aus denen wir durch Elimination fünf Unbekannte berechnen sollten, u. zw. ist hiebei

$$x = d\mu, y = da, z = db, u = dd, v = d\delta.$$

Somit sind die fünf Unbekannten bestimmt, wenn wir mit fünf Manometern die Luftdrucke  $x, y, z, u, v$  messen. Wenn  $q$  in  $cm^2$ ,  $Q$  in  $g$  gegeben ist, dann ist  $x \dots$  in  $cm$  Wasserhöhe zu messen. Die Wagebalken müssen so construirt sein, daß sie unbelastet in indifferentem Gleichgewicht

sind, im Gegensatz zu den gewöhnlichen Wagen, die durch Tieflegung des Schwerpunktes in stabiles Gleichgewicht gebracht werden. Auch müssen die Aufhängepunkte der Glocken und die Schneiden, auf denen die Achsen ruhen, in einer Ebene liegen. Die störende Wirkung der Schiefstellung der Hebel kann man übrigens beseitigen, denn wenn man in die Luftleitungen theils Luft einbläst, theils Luft aus ihnen ausströmen lässt, stellen sich die Balken horizontal.

Wenn wir die gefundenen Werthe von  $d\mu, da, \dots d\delta$  in den Gleichungen substituiren, dann erhalten wir im Allgemeinen statt den Summen  $\Delta h_1, \Delta h_2, \dots \Delta h_5$  andere Summen  $\Delta h_1 + \Delta^2 h_1, \dots \Delta h_5 + \Delta^2 h_5$ . Wenn man nun an der Lage der Glocken nichts ändert, aber die Laufgewichte  $Q$  nach den Größen  $100 \times \Delta^2 h_1, 100 \times \Delta^2 h_2$  etc. aufhängt und abermals das Gleichgewicht abwartet, dann liefern die Manometer die 100fachen Zahlen  $100 d^2 \mu, 100 d^2 a$  etc. Derart kann man die Werthe von  $d\mu, da$  etc., wenn man will, successive mit jedem beliebigen Grad von Genauigkeit bestimmen. Wenn wir nun die Curven  $h = \varphi(r)$  und  $h' = f(r)$  nochmals construiren, aber die Werthe  $\mu, a, b, d, \delta$  durch die neuen Werthe  $\mu + d\mu, a + da, \dots \delta + d\delta$  ersetzen, dann werden die beiden Curven nahezu zusammenfallen. Wenn wir das Annäherungsverfahren nun von vorne anfangen etc., dann können wir die Coincidenz der praktischen Curve mit der von der Theorie geforderten bis zu einem beliebigen Grade steigern, wobei stets alle fünf disponiblen Constanten gleichzeitig und in möglichst zweckmäßigen Proportionen variirt werden. Auch ist es klar, daß man in die Construction noch mehr Constanten aufnehmen könnte, wodurch man noch mehr Punkte zur Coincidenz bringen könnte, ohne daß die Schwierigkeiten der Rechnung gesteigert würden.

Wenn man sich damit begnügt, nicht alle fünf Größen  $\mu, a, b, d, \delta$  gleichzeitig zu variiren, sondern nur deren drei, z. B.  $a, b, \delta$ , dann kann man die Eliminationen auch graphisch leicht ausführen. Wir haben dann nämlich:

$$A_1 da + B_1 db + D_1 d\delta = \Delta h_1$$

$$A_2 da + B_2 db + D_2 d\delta = \Delta h_2$$

$$A_3 da + B_3 db + D_3 d\delta = \Delta h_3$$

oder:

$$\frac{da}{\Delta h_1 : A_1} + \frac{db}{\Delta h_1 : B_1} + \frac{d\delta}{\Delta h_1 : D_1} = 1$$

$$\frac{da}{\Delta h_2 : A_2} + \frac{db}{\Delta h_2 : B_2} + \frac{d\delta}{\Delta h_2 : D_2} = 1$$

und analog die dritte Gleichung. Nun ist die erste Gleichung nichts anderes als die Gleichung einer Ebene  $E_1$  und  $\frac{\Delta h_1}{A_1}, \frac{\Delta h_1}{B_1}, \frac{\Delta h_1}{D_1}$  die Abschnitte der  $x, y, z$ -Achse, welche die Ebene  $E_1$  abschneidet. Ebenso ist unsere zweite Gleichung die Gleichung einer Ebene  $E_2$ , und die dritte nicht angeschriebene Gleichung die einer Ebene  $E_3$ . Aus den Abschnitten ergeben sich aber die Spuren der Ebenen auf den drei Coordinaten-Ebenen. Aus diesen Spuren wieder können wir leicht die Coordinaten  $X_1, Y_1, Z_1$  des Punktes construiren, in dem die drei Ebenen sich schneiden. Diese drei Coordinaten sind aber nichts anderes, als die gesuchten Wurzeln der drei linearen Bedingungsgleichungen. Da im Allgemeinen  $\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3$  kleine Größen sein werden, so nehmen wir bei der Construction ihr  $n$ -faches, etwa ihr 10faches, worauf wir auch als Resultat  $n X_1, n Y_1, n Z_1$  erhalten, die dann durch Division mit  $n$  zu rectificiren sind.

Auf diese Weise kann man die coordinirten Variationen von drei Constanten, die ein Maximum der Annäherung der in Rede stehenden beiden Curven ergeben, rasch graphisch finden. Abermals kann man durch Substitution der gefundenen Werthe  $X_1, Y_1, Z_1$  in den gegebenen Gleichungen die Fehler  $\Delta^2 h_1, \Delta^2 h_2, \Delta^2 h_3$  finden, und durch Wiederholung der Schnittpunktbestimmung die Correcturen  $d^2 a, d^2 b, d^2 \delta$ .



Eine Construction, bei der die Höhe  $h$  des Gegengewichtes der Tourenzahl proportional ist, ist aber keineswegs besonders zweckmäßig, wie im Folgenden gezeigt werden soll. Die Centrifugalkraft ist  $p = arn^2$ . Sie ist also bei constantem  $n$  der Entfernung  $r$  proportional. In der Figur 3 stellen demnach die Strahlen die Curve

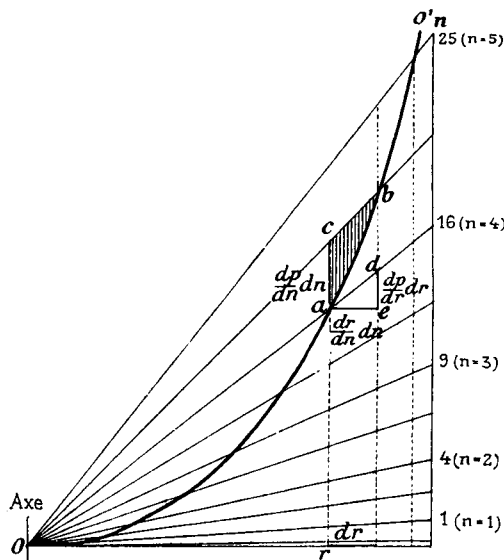


Fig. 3.

der Centrifugalkraft je für ein constantes  $n$  vor. Die stark ausgezogene Curve gibt die Centripetalkraft  $q$  für verschiedene  $r$ , wie sie das Gegengewicht  $Q$  vermöge der Construction des Regulators liefert. Die schwingenden Massen  $m$  stellen sich bei jeder Tourenzahl in diejenige Entfernung, welche eine Centrifugalkraft  $p = q$  gibt, wo man sich also die Regulatorcurve und der dem gegebenen  $n$  entsprechende Strahl schneiden. Die Figur zeigt, daß wachsendem  $n$  auch wachsendes  $r$  entspricht. In einem gegebenen Momente sei  $r$  gleich dem auf der Abscissenachse gezeichneten  $r$ . Wenn nun  $n$  um  $dn$  wächst, die Massen  $m$  aber mit Gewalt bei  $r$  festgehalten werden, dann wächst  $p$  um  $p' = \frac{dp}{dn} dn$ , was in

der Figur durch die Linie  $ac$  ausgedrückt ist. So groß ist die Kraft, die erforderlich ist (außer der Wirkung des Gewichtes  $Q$ ), die  $m$  festzuhalten. Wenn man nun die Massen  $m$  langsam bis  $r = r + dr$  hinausrücken lässt, wo wieder Centrifugal- und Centripetalkraft einander das Gleichgewicht halten, dann leisten die  $m$  an der Kraft  $p'$  die Arbeit, welche durch das schraffierte Dreieck dargestellt ist. Diese Arbeit wird zur Verschiebung der Theile verwendet; das Dreieck  $abc$  ist das Maß der Arbeitsfähigkeit des Regulators. Der Flächeninhalt  $f$  des Dreieckes ist

$$f = \frac{1}{2} a c, a c = \frac{1}{2} \left( \frac{d p}{d n} \right) d n, \left( \frac{d r}{d n} \right) d n,$$

Die Arbeitsfähigkeit des Regulators ist also für alle Radien  $r$  dieselbe, wenn für alle Radien gilt

$$\frac{1}{2} \left( \frac{d p}{d n} \right) \left( \frac{d r}{d n} \right) = q = \text{const.}$$

Nun ist aber

$$p = a r n^2, \quad \frac{dp}{dn} = 2 a r n,$$

so daß die Bedingungsgleichung für einen Regulator von constanter Arbeitsfähigkeit lautet:

$$a r n \frac{d r}{d n} = q \text{ oder } a r d r = q \frac{d n}{n}.$$

Durch Integration der letzteren Gleichung finden wir

$$\frac{1}{2} a r^2 = q \lg n + c.$$

Wenn die Kugeln für  $n = n_0$  bei  $r = r_0$  stehen, dann gilt

$$\frac{1}{2} a r_0^2 = q \lg n_0 + c$$

oder durch Elimination der Integrationsconstanten

$$a(r^2 - r_0^2) = q \lg \left( \frac{n^2}{n_0^2} \right).$$

Da aber aus  $p = a r n^2$ ,  $p_0 = a r_0 n_0^2$  folgt:

$$\frac{n^2}{n_0^2} = \frac{p r_0}{p_0 r},$$

so haben wir auch

$$\frac{a}{q} (r^2 - r_0^2) = l g \left( \frac{p r_0}{p_0 r} \right) \text{ oder } p = \frac{p_0}{r_0} r e^{\frac{a}{q} (r^2 - r_0^2)}$$

Die letztere Formel sagt, wie groß für jedes  $r$  die Centripetalkraft  $p$  sein muss, wenn die Arbeitsfähigkeit für alle Radien dieselbe sein soll. Es ist also die Gleichung der obigen Curve 0 0'.

Wir haben nun zu berechnen, welcher Zusammenhang zwischen der Höhe  $h$ , auf die das Gegengewicht  $Q$  gehoben erscheint, und dem Radius  $r$  bestehen muss, wo die Masse  $m$  sich befindet. Bei einer kleinen Verschiebung des Regulators müssen die Centrifugalkraft  $p$  und die Last  $Q$  gleiche Arbeiten leisten, d. h. es muss gelten

$$Q \, d h = p \, d r.$$

Nun haben wir eben vorher  $p$  als Function von  $r$  dargestellt. Wenn wir den Werth einsetzen, dann haben wir

$$Q dh = \frac{p_0}{r_0} r e^{\frac{a}{q}(r^2 - r_0^2)} \cdot dr.$$

Wir integrieren leicht, wenn wir den Exponenten von  $e$  gleich  $x$  setzen und erhalten

$$Qh + \text{const.} = \frac{1}{2} \frac{q p_0}{a r_0} e^{\frac{a}{q} (r^2 - r_0^2)}.$$

Wenn wir als Ausgangspunkt der Höhenmessung, d. h. als  $h=0$  denjenigen Punkt nehmen, wo  $Q$  steht, wenn  $r=r_0$  ist, dann ist

$$\text{const.} = \frac{1}{2} \frac{q p_0}{a r_0}.$$

Nun ist aber  $p_0 = a r_0 n_0^2$ , also  $\text{const.} = \frac{1}{2} q n_0^2$ , und für  $h$  erhalten wir

$$h = \frac{1}{2} \frac{q n_0^2}{Q} \left( e^{\frac{4 \pi^2 m}{q} (r^2 - r_0^2)} - 1 \right).$$

Dies ist also die theoretische Curve  $h = \varphi(r)$ , der wir die praktische Curve  $h' = f(r)$  des Regulators möglichst nähern müssen, wenn die Arbeitsfähigkeit  $q$  des Regulators für jeden Radius, resp. für jede Tourenzahl dieselbe sein soll. Nun ist aber das Gegengewicht nicht geeignet, den Schieber zu führen; der Schieber erfordert ein separates Gestänge des Regulators. Der Schieber leistet in jeder Lage denselben Widerstand  $w$ , wenn man ihn um eine Strecke  $ds$  verschieben will. Der Regulator leistet bei einer Tourenänderung  $dn$  die Arbeit  $q dn$ . Es muss also gelten

$$q \, d n = w \, d s.$$

Nun haben wir früher eine Gleichung zwischen  $r$  und  $n$  gefunden, die wir auch so schreiben können

$$n = n_0 e^{\frac{a}{2q}(r^2 - r_0^2)},$$

woraus sich ergibt

$$dn = \frac{n_0 a r}{q} e^{-\frac{a}{2q}(r^2 - r_0^2)} \cdot dr;$$

da nun  $q \, d n = w \, d s$  ist, so können wir schreiben:

$$ds = \frac{n_0 a r}{r} e^{-\frac{a}{2q}(r^2 - r_0^2)} \cdot dr.$$

Durch Integration finden wir

$$s + \text{const.} = \frac{n_0 q}{w} c \frac{a}{2q} (r^2 - r_0^2)$$

Wenn wir  $s = 0$  setzen für  $r = r_0$ , dann ist

$$\text{const.} = \frac{n_0 q}{w} \quad \text{oder} \quad s = \frac{n_0 q}{w} \left( e^{\frac{2\pi^2 m}{q} (r^2 - r_0^2)} - 1 \right).$$

Nach dieser Curve muss also der Schieber mit den schwingenden Massen  $m$  verbunden werden. Es wird aber zweckmäßiger sein, den Schieber nicht mit den schwingenden Massen, sondern

mit dem Gegengewicht  $Q$  zu verbinden. Dann haben wir den functionellen Zusammenhang zwischen  $h$  und  $s$  zu bestimmen, also aus den Gleichungen für  $h$  und  $s$  das  $r$  zu eliminiren. Wir können die Gleichungen für  $h$  und  $s$  auch so schreiben

$$s + \frac{n_0 q}{w} = \frac{n_0 q}{w} e^x, \quad h + \frac{1}{2} \frac{n_0^2 q}{Q} = \frac{1}{2} \frac{n_0^2 q}{Q} e^{2x},$$

woraus wir für die Verbindung des Schiebers und des Gegengewichtes erhalten

$$s = \frac{n_0 q}{w} \sqrt{1 + \left( \frac{2Q}{n_0^2 q} \right) h} - \frac{n_0 q}{w} = \frac{n_0 q}{w} \left( \sqrt{1 + \frac{2a}{n_0^2 q} h} - 1 \right).$$

## Vermischtes.

### Personalnachrichten.

Der Statthalter in Niederösterreich hat den Baupraktikanten Herrn Thomas Hofer zum Bauadjuncten für den Staatsbaidienst in Niederösterreich ernannt. — Herr k. k. Oberbaurath Carl Freiherr v. Hasenauer wurde zum Rector der k. k. Akademie der bildenden Künste für die Jahre 1892/93 und 1893/94 gewählt.

### Offene Stellen.

85. Eine Bauadjuncten-Stelle ist beim Landesdepartement in Klagenfurt mit dem Jahresgehalte von 800 fl., Activitätszulagen von 80 fl. und Quinquennalzulagen von 100 fl. zu besetzen. Anmeldungstermin 31. Juli an den kärntnerischen Landesauschuss.

86. Eine Bauadjuncten-Stelle mit den Bezügen der X. Rangklasse ist beim Staatsbaidienste im Küstenlande zu besetzen. Gesuche mit Nachweis der Kenntnis der deutschen, italienischen, slovenischen oder croatischen Sprache sind bis 15. August 1. J. an das k. k. Statthalterei-Präsidium in Triest zu richten.

87. Eine Lehrstelle für das Baufach mit den Bezügen der IX. Rangklasse kommt an der k. k. deutschen Staatsgewerbeschule in Pilsen mit 1. September 1892 zu besetzen. Anmeldungstermin 18. August 1. J. bei der Direction genannter Anstalt.

88. Eine technische Praktikanten-Stelle ist beim Stadtrathe in Graz mit einem Adjutum von 700 fl. zu besetzen. Anmeldungstermin 20. August. Näheres im Anzeigentheile d. Bl.

**Regelung der Baugewerbe.** Das Abgeordnetenhaus des Reichsrathes hat bekanntlich in seiner Sitzung vom 5. Juli 1. J. den Gesetzentwurf, betreffend die Regelung der Baugewerbe, in dritter Lesung mit einigen wesentlichen Abänderungen gegenüber dem vom Gewerbe-Ausschuss vorgeschlagenen Wortlaute angenommen. Die ständige Delegation des III. Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Tages hat nun an das Herrenhaus eine Petition gerichtet, in welcher um die Wiederherstellung der Fassung des Gewerbe-Ausschusses gebeten wird. Namentlich werden in dieser Eingabe die §§ 2 (Befugnis der Baumeister) und 15 (Uebergangsbestimmungen) des vom Abgeordnetenhaus beschlossenen Entwurfes als einer Abänderung dringend bedürftig bezeichnet. Das Herrenhausmitglied Herr Nicolaus Dumba hat über Ersuchen des Präsidiums der ständigen Delegation gütigst die Ueberreichung der Petition an das hohe Haus übernommen.

**Die Stufenbahn.** Mit Bezug auf den in Nr. 28 d. Bl. veröffentlichten Aufsatz über die Stufenbahn mit verschiedener Geschwindigkeit erhalten wir von den Herren Oberbaurath Wilhelm Rettig in München und Baurath Heinrich Rettig in Posen die Mittheilung, daß ihnen bereits im Jahre 1888 ein Patent auf diese Erfindung in England, Frankreich, Oesterreich-Ungarn und Deutschland und im Jahre 1889 in Amerika ertheilt wurde und daß dieselbe Idee der Schmidt'schen Stufenbahn im Jahre 1890 zu Grunde gelegt wurde. Der Wortlaut des Rettig'schen Patentanspruches lautet: „Anordnung einer oder mehrerer durch eine

geeignete Betriebskraft bewegter ununterbrochener Wagenreihen, welche neben einem ohne Anhalten vorbeifahrenden Zuge herlaufen und dazu dienen, das Aufsteigen von Personen nach diesem Zuge unter Anwendung einer geeigneten Uebergangsschnelligkeit ihrer Bewegung zu vermitteln.“ Es ist nun allerdings richtig, daß die Schmidt'sche Stufenbahn auf dem Rettig'schen Principe beruht, was auch in dem Aufsatz erwähnt wurde, indem sich darin auf den Aufsatz in der Wochenschrift 1891 S. 156 berufen wird, in welchem das Princip der Rettig'schen Stufenbahn beschrieben war; der Unterschied beider Systeme besteht jedoch in der Traction. Während nämlich die Brüder Rettig ihre mit verschiedenen Geschwindigkeiten laufenden Stufen durch eben so viele Seile antreiben, hat Max Schmidt — wie aus den Fig. 1 und 3 des vorerwähnten Aufsatzes in Nr. 28 hervorgeht — eine durchgehende Antriebsachse, auf welcher Räderpaare von wachsendem Durchmesser aufgekeilt sind. Auf diesen Räderpaaren gleiten die Plattformen mittelst biegsamer Schienen, welche sich auf dem Umfange der Räder abwickeln und somit mit wachsendem Durchmesser auch größere Geschwindigkeit erhalten. Die Plattformen werden durch die Spurkränze der Räder in ihrer Lage erhalten. Die Detailconstruction dieser „biegsamen Schienen“ ist uns zwar nicht bekannt, doch kann an der Durchführbarkeit dieser Bewegungsart nicht gezweifelt werden, nachdem die Probefahrt seit mehreren Monaten in Betrieb befindet und zufriedenstellende Resultate ergeben haben soll. Auch die auf der Rettig'schen 160 m langen Versuchsstrecke im Jahre 1889 durchgeführten Versuche lieferten den Nachweis, daß das Auf- und Absteigen leicht und gefahrlos von Statten geht.

### Ueber Stoßverbindungen in Eisenconstruktionen.

In der Nummer 14. der Zeitschrift 1. J. hat Herr Prof. Melan einige Bemerkungen über meinen unter der obigen Ueberschrift in den Nummern 12, 13 und 14 erschienenen Aufsatz veröffentlicht und darin die Richtigkeit meiner Anschauungen über die Beanspruchung einseitig verlaschter Flacheisenstöße bestritten, worauf ich unverzüglich der geehrten Redaction eine meine Behauptungen beweisende Entgegnung einsandte. Dieselbe, sowie die Antwort Prof. Melan's und meine nochmalige Erwiderung wurden aber einem mir erst kürzlich bekannt gewordenen Beschlusse des geehrten Zeitungs-Ausschusses zu Folge nicht in die Zeitschrift aufgenommen, u. zw. mit der Begründung, diese Streitfrage könne überhaupt nicht auf theoretischem Wege, sondern nur durch Versuche gelöst werden. Da es mir demnach leider unmöglich ist, vor den geschätzten Lesern der Zeitschrift meine Ansicht weiter zu begründen und die dagegen erhobenen Einwendungen zu entkräften, so bleibt mir nichts anderes übrig, als hier ausdrücklich zu erklären, daß ich alle meine Behauptungen unter den von mir gemachten Voraussetzungen vollständig aufrecht halte und daß ich gerne bereit bin, jedem der geehrten Fachgenossen, welcher sich für die Sache näher interessirt, die Beweise für meine Behauptungen auf Wunsch mitzuthellen.

Wien, am 21. Juli 1892.

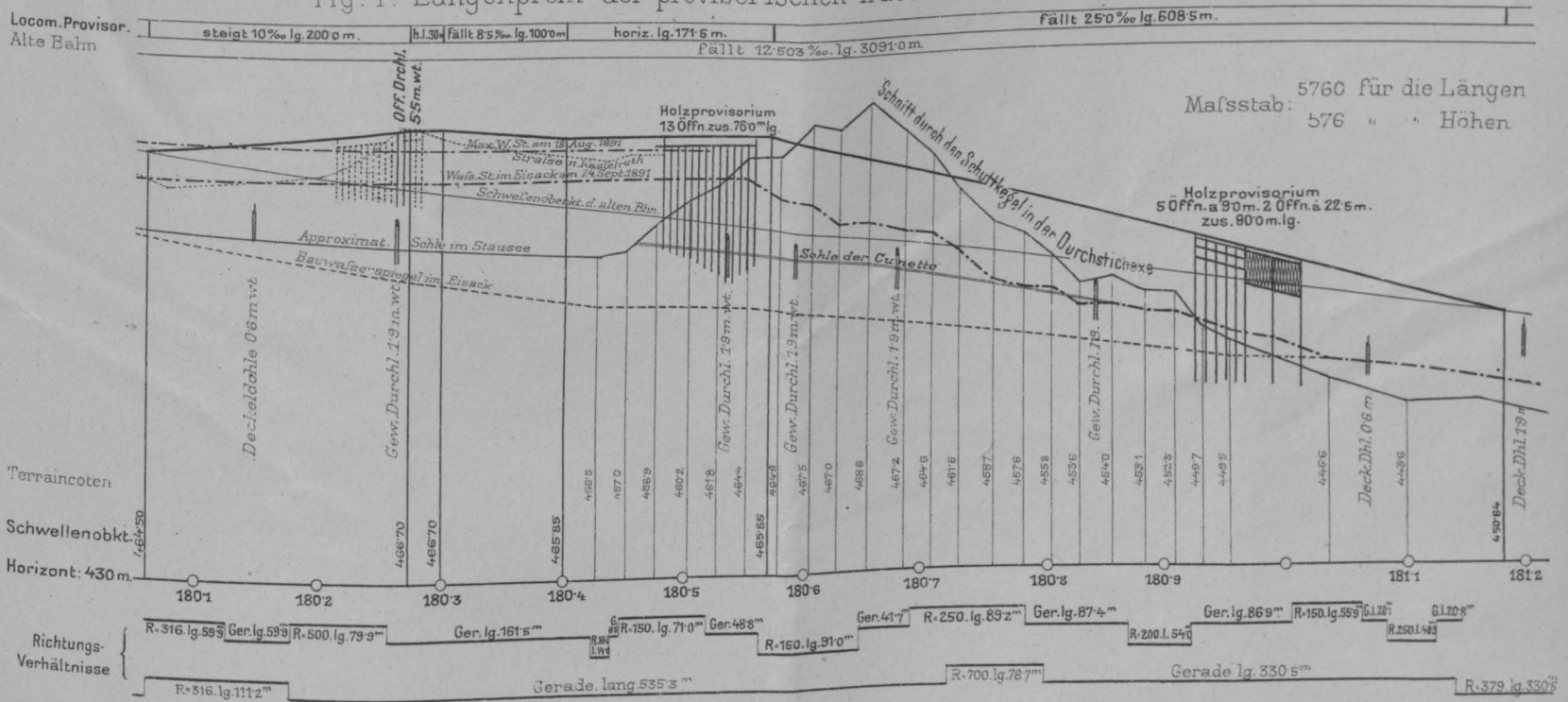
Paul Neumann,  
Ober-Ingenieur der Firma R. Ph. Waagner.

**INHALT.** Die Bahnunterbrechung bei Kollmann nächst der Südbahnstation Waidbruck. Von Ferdinand Holzer, Ober-Ingenieur der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft. — Ueber die Berechnung von Centrifugal-Regulatoren. Von Prof. K. Fuchs in Budapest. — Vermischtes.

Eigenthum und Verlag des Vereines. — Verantwortl. Redacteur: Paul Kortz, beh. aut. Civil-Ingenieur. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.

# HOLZER: DIE BAHNUNTERBRECHUNG BEI KOLLMANN.

Fig. 1. Längenprofil der provisorischen Trace für den Locomotivbetrieb



Maßstab: 5760 für die Längen  
576 " Höhen

Fig. 2. Situation 1:4000.

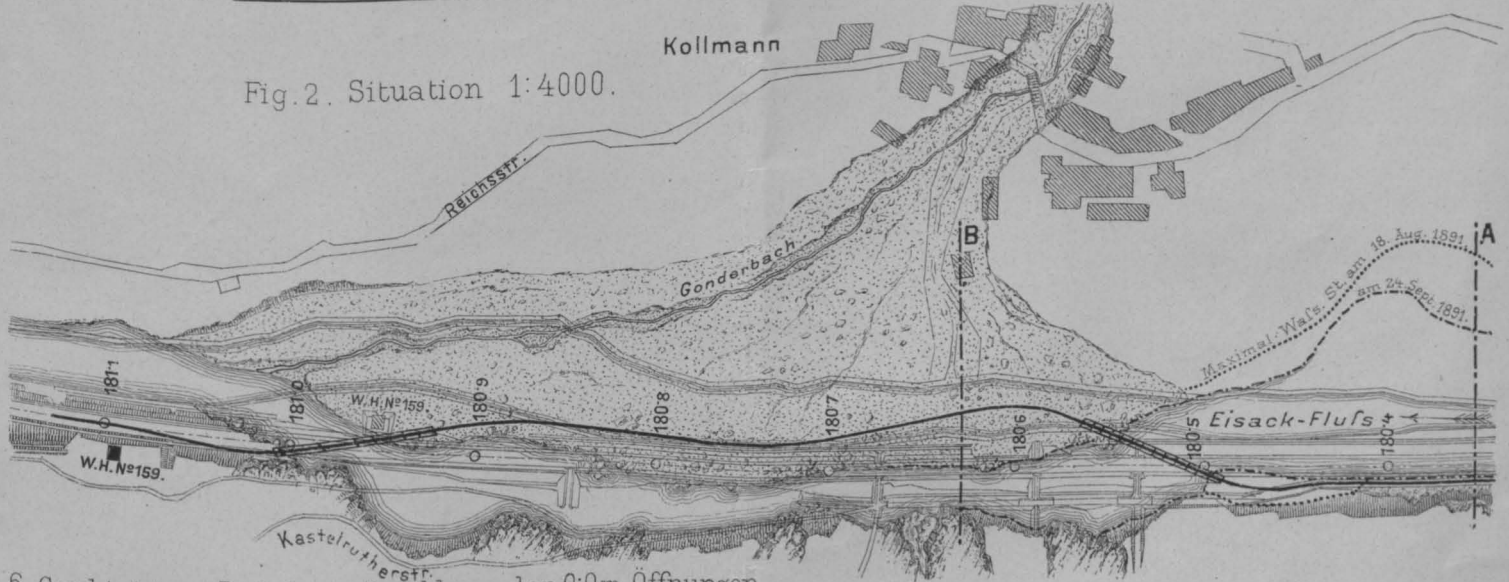


Fig. 5, 6. Combinirtes Joch beim Anschluss der 9,0m. Öffnungen an den Howeschen Träger 1:100.

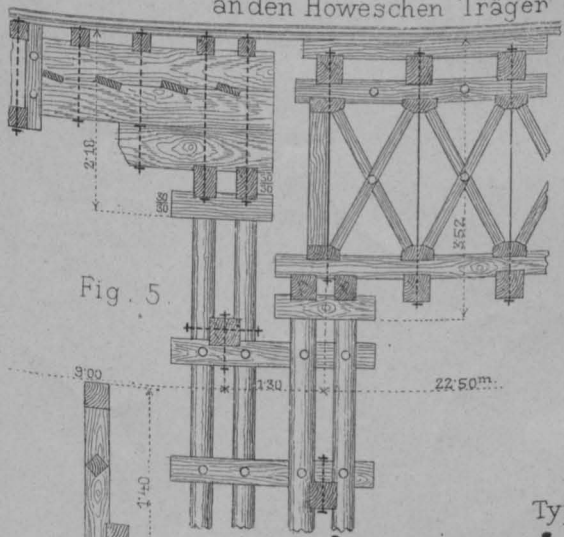


Fig. 6.

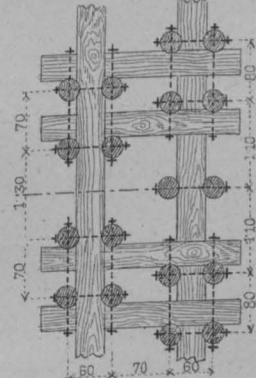


Fig. 3, 4. Querprofile 1:800.

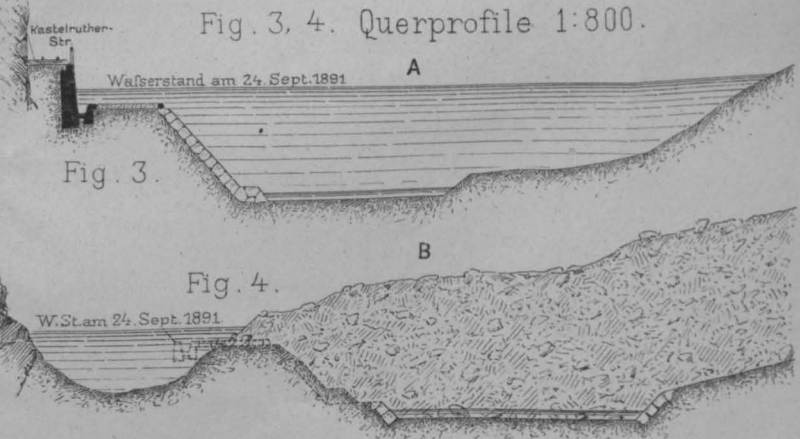


Fig. 7, 8. Südliches Provisorium  
Type für ein normales Feld mit 9,0m. Stützweite 1:50

